C. GĂZDARU
C. CONSTANTINESCU

ÎNDRUMAR PENTRU ELECTRONIŞTI

RADIO ŞI TELEVIZIUNE

vol.3

AUTOMATICĂ

ELECTRONICA

SERIA PRACTICĂ

INFORMATICĂ

MANAGEMENT

BIBLIOTECA DE AUTOMATICĂ, INFORMATICĂ, ELECTRONICĂ, MANAGEMENT

SERIA PRACTICĂ

- **Automatică**
- **Informatică**
- **Electronică**
- **Management**

M. K. Starr. Conducerea producției. Sisteme de execuție.
V. Crăciunoiu ș.a. Elemente de execuție.
A. Vlădescu ș.a. Radioreceptoare.
M. Mayer. Tiristoare în practică. Mutatoare cu comutație forțată.
G. Mölțgen. Tiristoare în practică. Mutatoare cu comutație de la rețea
L. Zamfirescu, I. Oprescu. Automatizarea cuptoarelor industriale.
I. Papadache. Automatica aplicată, ediția I-a și a II-a.
V. H. Lișicihin. Prognoza tehnico-științifică în ramurile industriei.
G. Raymond. Tehnica televiziunii în culori.
J.J. Samuelly, J. Pignaret, A. Sarazin. Instrumentația electronică în fizica nucleară.
T. Homoș. Capacitate de producție în construcții de mașini.
S. Radu, D. Filoti. Centrale telefonice automate. Sisteme de comutație
D.N. Sapiro. Proiectarea radioreceptoarelor.
V. Antonescu, M. Poporici. Ghid pentru controlul statistic al calității
N. Stanciu ș.a. Tehnica imaginii în cinematografie și televiziune.
P. Vezeanu, Șt. Pătrașcu. Măsurarea temperaturii în tehnică.
T. Penescu, V. Petrescu. Măsurarea presiunii în tehnică.
P. Popescu, P. Mihordea. Măsurarea debitului în tehnică.
P. Verzeanu. Măsurarea nivelului în tehnică.
G. Hidoș, P. Isac (coordonatori). Studiul muncii, vol. I—VIII.
V. Baltac ș.a. Calculatorul FELIX C-256. Structură și programare.
R.L. Morris. Proiectarea cu circuite integrate TTL.
Ishikawa Kaoru. Controlul de calitate pentru maiștri.
E.S. Buffa. Conducerea modernă a producției, vol. I și II.
A. Vătășescu ș.a. Dispozitive semiconductoare. Manual de utilizare.
A. Nagolo. Măsurarea volumului și cantității lichidelor în industrie.
Gh. Jones. Desing. Metode și aplicații.
G. Hidoș. Analiza și proiectarea circuitelor informaționale.
A. Vătășescu ș.a. Circuite integrate liniare. Manual de utilizare vol. 1—4.
M. Silișteanu ș.a. Scheme de televizoare, magnetofoane, picupuri.
D.W. Davies. Rețele de interconectarea calculatoarelor.
V. Pescaru ș.a. Fișiere, *baze* și bănci de date.
Gh. Baștiurea ș.a. Comanda numerică a mașinilor-unelte.
N. Sprînceană ș.a. Automatizări discrete în industrie. Culegere de probleme.
M. Florescu. Cibornetică, automatică, informatică în industria chimică.
S. Călin. Optimizări în automatizări industriale.
S. Maican. Sisteme numerice cu circuite integrate.
I. Ristea ș.a. Manualul muncitorului electronist.
M. Simonescu. Proiectare unitară a circuitelor electronice.
G. Cluceru. Tehnica măsurărilor în telecomunicații.
P. Nițulescu. Electroalimentarea instalațiilor de telecomunicații.
R. Răpeanu ș.a. Circuite integrate analogice. Catalog.
Șt. Lozneanu ș.a. Casetofoane. Depanare. Funcționare.
T. Rădulescu ș.a. Centrale telefonice automate.
N. Dregulescu Agenda radioelectronistului.
N. Iosif ș.a. Tiristoare și modele de putere. Catalog.
P. Postelnicu. Sisteme și linii de transmisiuni telefonice.
M. Silișteanu ș.a. Receptoare TV în culori.
M. Băsoiu ș.a. Funcționarea și depanarea TV color.
G. Rădoi ș. a. Circuite și echipamente electronice industriale
N. Drăgulescu, M. Ciucă. Echipamentul electronic al autoturismului
I. Ardeleanu ș. a. Circuite integrate CMOS

ing. Constantin Găzdaru
ing. Cezar Constantinescu

Îndrumar pentru electronişti

Radio şi televiziune

vol. 3

Editura Tehnică
Bucureşti, 1987

Contribuția autorilor la elaborarea volumului:
ing. *C. Găzdaru* — capitolele 1, 2, 3 și postfața
ing. *C. Constantinescu* — 4, 5

Redactor: ing. **Smaranda Dimitriu**
Tehnoredactor: **Maria Trăsnea**
Execuția desenelor: **C. Tureac**
Coperta: **Simona Dumitrescu**

Bun de tipar 7.I.1987
Coli de tipar 15
C.Z. 621.3$

Com. nr. 70049
Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii",
Piața Scînteii nr. 1, București,
Republica Socialistă România

Cuprins

Capitolul 1. **Circuite pentru telecomandă**

1.1. Generalităţi 9
1.2. Telecomandă cu codificarea în frecvenţă a comenzilor 14
1.2.1. Unitatea de emisie 14
1.2.2. Emiţătorul de ultrasunete 16
1.2.3. Emiţătorul de infraroşii 18
1.2.4. Unitatea de recepţie 19
1.3. Telecomenzi cu modularea în cod a impulsurilor 28
1.3.1. Sistemul cu codificare bifazică 29
1.3.2. Sistemul cu codificarea impulsurilor în poziţie 37

Capitolul 2. **Parametrii radioreceptoarelor**

2.1. Generalităţi 44
2.1.1. Circuite de intrare de radiofrecvenţă 47
2.1.2. Metode de acord 50
2.2. Parametrii radioreceptoarelor şi metode de măsurare 51
2.2.1. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot 51
2.2.2. Selectivitatea 52
2.2.3. Fidelitatea 53
2.2.4. Distorsiunile de neliniaritate 54
2.2.5. Eficacitatea reglajului automat al amplificării 55
2.2.6. Atenuarea semnalului cu modulaţie de amplitudine parazită 55
2.2.7. Caracteristicile stereofonice ale radioreceptoarelor 56

Capitolul 3. **Parametrii receptoarelor de televiziune**

3.1. Generalităţi 60
3.2. Parametrii funcţionali pentru calea de imagine şi metode de măsurare 65
3.2.1. Sensibilitatea limitată de sincronizare 66
3.2.2. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot 67
3.2.3. Nivelul semnalului maxim utilizabil 67
3.2.4. Eficacitatea RAA 68
3.2.5. Definiţia pe orizontală şi definiţia pe verticală 69
3.2.6. Selectivitatea globală a receptorului şi protecţia împotriva semnalelor perturbatoare 70
3.2.7. Brumul de străluciire 72
3.2.8. Varaţia frecvenţei oscilatorului funcţie de încălzire 72
3.2.9. Variaţia dimensiunilor imaginii 73
3.2.10. Distorsiunile de contur ale imaginii 75
3.2.11. Distorsiunile de neliniaritate ale baleiajului 76

3.2.12. Domeniul de sincronizare 77
3.2.13. Dinamica reglajului de contrast 78
3.3. Parametrii funcționali pentru calea de sunet și metode de măsurare 78
3.3.1. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot 79
3.3.2. Nivelul zgomotului la ieșire 80
3.3.3. Caracteristica de fidelitate electrică 81
3.3.4. Puterea maximă utilizabilă 81
3.4. Parametrii funcționali specifici receptorului de televiziune în culori 82
3.4.1. Sensibilitatea limitată de decodarea culorilor 82
3.4.2. Eroarea de coincidență 83
3.4.3. Eroarea de convergență 83

Capitolul 4. **Înregistrarea magnetică a sunetului și imaginii**

4.1. Generalități 84
4.2. Înregistrarea magnetică a sunetului 88
4.2.1. Înregistrarea propriu-zisă 88
4.2.2. Redarea 93
4.2.3. Ștergerea 95
4.2.4. Echipamentul electronic al unui magnetofon 97
4.2.5. Mecanismele de antrenare a benzii 108
4.2.6. Benzi magnetice 114
4.3. Înregistrarea magnetică a imaginii 120
4.3.1. Principiile înregistrării semnalelor video pe bandă magnetică 121
4.3.2. Prelucrarea semnalului video complex color în vederea înregistrării magnetice 123
4.3.3. Standarde de videocasetofoane 126
4.3.4. Sistemul BETAMAX 132
4.3.5. Sistemul VHS 133
4.3.6. Schemele bloc ale unui videocasetofon 136
4.3.7. Servomecanismele unui videocasetofon 148

Capitolul 5. **Aparatura de măsură utilizată în radio-TV**

5.1. Generalități 156
5.2. Instrumentul universal de măsură 158
5.2.1. Măsurarea curenților 159
5.2.2. Măsurarea tensiunilor 160
5.2.3. Măsurarea rezistențelor electrice 163
5.2.4. Structura unui instrument universal de măsură. Caracteristici tehnice 165
5.3. Multimetre numerice 168
5.4. Osciloscopul catodic 171
5.4.1. Schema bloc a unui osciloscop catodic 172
5.4.2. Tubul catodic și circuitele anexe 175
5.4.3. Sincroscopul 176
5.4.4. Caracteristicile tehnice ale osciloscoapelor 178
5.4.5. Sonde de măsură pasive 179
5.5. Vobuloscopul 181
5.5.1. Vobulatorul 181
5.5.2. Osciloscopul 183
5.5.3. Generatorul de markeri 184
5.5.4. Vobuloscoape utilizate în rețeaua de service 185
5.5.5. Exemple practice de utilizare a vobuloscopului 192

5.6. Generatoare de semnal 198
5.6.1. Generatorul de joasă frecvență E-0501. 198
5.6.2. Generatorul de joasă frecvență cu afișare numerică E-0502 199
5.6.3. Generatorul de semnal E-0503 202
5.7. Generatorul de mire 210
5.7.1. Generatorul de mire alb-negru 210
5.7.2. Generatorul de mire TESLA tip BM 516 212
5.8. Frecvențmetrul 216
5.8.1. Principiul de funcționare al unui frecvențmetru digital 216
5.8.2. Frecvențmetrul numeric E-0204 219
5.9. Punți de măsură RLC 222
5.9.1. Punți de curent alternativ 222
5.9.2. Puntea RLC tip E-0704 223
5.10. Distorsiometrul 226
510.1. Principiul de funcționare al unui distorsiometru 227
5.10.2. Distorsiometrul E-0706 227
Postfață 230
Bibliografie 239

Cuprinsul volumului I

Capitolul 1. **Cunoştinţe de bază**
Capitolul 2. **Componente radioelectronice**
Capitolul 3. **Subansamble utilizate în RR şi TV**
Capitolul 4. **Circuite de bază utilizate în radio-TV**
Capitolul 5. **Circuite de alimentare**
Capitolul 6. **Circuite de audiofrecvenţă**
Capitolul 7. **Circuite de videofrecvenţă**
Capitolul 8. **Demodulatoare de semnal**
Capitolul 9. **Decodorul stereo**
Capitolul 10. **Decodorul de culoare**
Capitolul 11. **Amplificatoare de frecvenţă intermediară**
Capitolul 12. **Circuite de control automat al frecvenţei (CAF)**
Capitolul 13. **Circuite de reglaj automat al amplificării (RA)**

Cuprinsul volumului II

Capitolul 1. **Etaje de radiofrecvenţă**
Capitolul 2. **Etaje sincroprocesoare utilizate în receptoarele TV**
Capitolul 3. **Blocul de baleiaj vertical**
Capitolul 4. **Etaje de baleiaj pe orizontală**
Capitolul 5. **Etaje pentru obţinerea foarte înaltei tensiuni în receptoarele TV**
Capitolul 6. **Corecţia de rastru**
Capitolul 7. **Convergenţa şi puritatea tuburilor cinescop în culori**
Capitolul 8. **Circuite auxiliare ale tubului cinescop**
Capitolul 9. **Etaje de alimentare în comutaţie**
Capitolul 10. **Tastatura electronică**

La sfîrşitul volumului III, volumul care încheie ciclul „îndrumarului", în cadrul postfeţei, cititorii interesaţi pot urmări tematica necesară pregătirii electroniştilor încadraţi în categoriile de calificare 1 ÷ 6.

Capitolul 1

Circuite pentru telecomandă

1.1. Generalități

Apariția televiziunii în culori, a numărului mare de posturi posibil de a fi recepționate, utilizarea televizorului pentru recepția sistemului de transmitere a informației prin videotext, au impus dezvoltarea unor comodități în utilizarea receptoarelor de televiziune. Printre aceste comodități un loc deosebit îl ocupă comanda funcțiunilor receptorului de la distanță, cu alte cuvinte „telecomanda". Desigur, telecomanda nu este strict limitată la utilizarea în receptoarele de televiziune, ea este utilă și în comanda de la distanță a funcțiunilor radioreceptoarelor, a instalațiilor audio-stereo, a videocasetofoanelor etc.

În prezentul capitol vom prezenta problemele telecomenzilor în cazul receptoarelor de televiziune. Aceste probleme sînt generale și sînt utilizate la toate tipurile de telecomenzi, în variante mai simple sau mai complicate.

Primele comenzi de la distanță au fost comenzile prin fir pentru reglajele de lumină, volum și contrast. Acest mod de acționare de la distanță nu s-a extins și a fost abandonat. Motivul principal este furnizat de alterarea calității sunetului și imaginii. Deoarece atît reglajul de contrast cît și reglajul de volum se făceau direct, acționînd prin divizare potențiometrică asupra semnalelor, capacitățile parazite afectau în mod deosebit spectrul semnalului util, în special în domeniul frecvențelor înalte. Mai mult, comanda prin fir de la distanță, care este, în modul descris, o comandă analogică, nu putea asigura comutarea canalelor recepționate.

Comenzile analogice efectuate prin fir de la distanță mai prezentau și inconvenientul existenței firelor de legătură, care limitează independența de mișcare a utilizatorului.

Un pas înainte s-a realizat prin apariția circuitelor integrate în receptoarele TV. Astfel a devenit posibilă și s-a generalizat reglarea diferitelor funcțiuni ale receptorului prin acționarea asupra unei tensiuni continue. Avantajul principal al acestui mod de reglare este faptul că semnalul util ce trebuie modificat în amplitudine (semnalul de audiofrecvență, semnalul de videofrecvență sau de crominanță) nu mai trebuie să parcurgă fire lungi prin receptor, pînă la placa cu potențiometrii și înapoi. Pe acest parcurs, semnalele utile sau radiau și perturbau alte semnale din receptor, sau erau perturbate de semnalele puternice existente în receptor și captate de firele parcurse de semnal. Reglarea cu ajutorul unei tensiuni continue a nivelului unui semnal,

prin modificarea amplificării unui etaj, a deschis posibilitatea reintroducerii telecomenzilor.

Între timp acordul cu diode varicap al selectoarelor de canale și apariția circuitelor integrate, înlocuitoare a tastaturii mecanice de comutare, pentru comanda tensiunilor de alimentare a selectoarelor de canale, au dus și la posibilitatea efectuării de la distanță a comenzilor de comutare a programului selecționat și de căutare automată a posturilor.

În continuare, vom prezenta și descrie modul de realizare a reglajului electronic de volum în cazul circuitului integrat TBA 120 S.

În fig. 1.1. sînt prezentate etajele de ieșire de audiofrecvență din circuitul integrat TBA 120 S. Tranzistoarele T_3 cu T_4 și T_5 cu T_6 formează două amplificatoare diferențiale.

Curentul total prin perechea T_5, T_6 este dat de generatorul de curent constant format cu tranzistorul T_1. Curentul total prin tranzistoarele, T_3 T_4 este dat de curentul de colector al tranzistorului T_8, din demodulatorul MF. Curentul de audiofrecvență, i_{AF}, de comandă a etajului amplificator diferențial T_3, T_4 este chiar curentul de ieșire al demodulatorului.

La echilibru, în regim static, în absența semnalului modulator curenții de colector prin T_4 și T_6 sînt egali și parcurg ambii rezistența de sarcină de 2,6 kohmi.

Tranzistorul T_7 din fig. 1.1. formează un stabilizator de tensiune serie, polarizînd cu o tensiune constantă bazele tranzistoarelor T_3 și T_6. Tranzistoarele T_4 și T_5 au aceeași tensiune de polarizare în bază dată de tensiunea din emitorul lui T_2. Această tensiune este egală cu tensiunea din baza tranzistorului T_2 plus 0,6 V (tensiunea bază — emitor). Tensiunea din baza tranzistorului T_2 este reglabilă extern cu ajutorul potențiometrului de 5 kohmi înseriat cu rezistențele de 1,7 kohmi și 1,2 kohmi. Prin modificarea valorii semireglabilului extern de 5 kohmi (conectat la terminalul 5 al C.I.) se modifică tensiunea de polarizare a tranzistoarelor T_4 și T_5. Prin micșorarea valorii semireglabilului extern, tensiunea din baza lui T_2 scade, atrăgînd după sine și micșorarea tensiunii din bazele tranzistoarelor T_4 și T_5. Curenții de colector ai tranzistoarelor T_4 și T_5 scad, diferențele fiind preluate prin creșterea curenților de colector ale tranzistoarelor T_3 și respectiv T_6. Montajul este astfel dimensionat, ca scăderea curentului de colector prin T_4, care parcurge rezistența de 2,6 kohmi, să fie egală cu creșterea curentului de colector prin T_6. Ca urmare, căderea de tensiune continuă, pe rezistența de sarcină de 2,6 kohmi este permanent constantă,

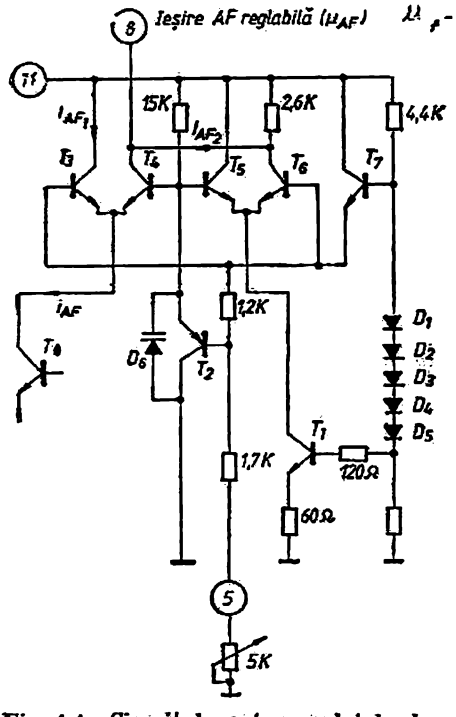

Fig. 1.1. Circuitul pentru reglajul electronic al volumului, utilizat în C.I. TBA 120 S

indiferent de dezechilibrul curenților prin tranzistoarele amplificatoarelor diferențiale.

În regim dinamic, în prezența unui semnal de audiofrecvență, peste componenta continuă a curentului de colector, al tranzistorului T_3, se suprapune un curent de audiofrecvență (i_{AF}). Acest curent comandă în emitoare tranzistoarele T_3 și T_4 divizîndu-se în doi curenți de colector, de audiofrecvență.

Relația este:

$$i_{FA} = i_{AF1} + i_{AF2}$$

Componenta de audiofrecvență i_{AF2} este activă. Ea parcurge rezistența de sarcină de 2,6 kohmi și dă naștere tensiunii de audiofrecvență de ieșire (u_{AF}).

$$u_{AF}[\text{V}] = 2{,}6\,[\text{kohmi}] \cdot i_{AF2}\,[\text{mA}]$$

Dacă se modifică tensiunea continuă de polarizare a bazelor tranzistoarelor T_4 și T_5, se modifică simultan și impedanțele de intrare, bază-emitor, ale tranzistoarelor din amplificatorul diferențial T_3, T_4. Prin scăderea tensiunii din bază, tranzistorul T_4 își mărește impedanța de intrare, iar T_3 își micșorează impedanța de intrare. Consecința imediată este schimbarea raportului dintre i_{AF1} (prin T_3) și i_{AF2} (prin T_4). suma lor menținîndu-se constantă.

Curentul i_{AF1} crește, iar i_{AF2} scade. Prin urmare, tensiunea de audiofrecvență u_{AF}, preluată de pe rezistența de sarcină, de 2,6 kohmi scade și ea. În acest fel, acționînd extern asupra unei tensiuni continue, sau asupra valorii unei rezistențe semireglabile, se poate obține la ieșire un semnal de audiofrecvență variabil. Montajul prezentat asigură menținerea constantă a tensiunii continue de pe rezistența de sarcină.

Această schemă de principiu este utilizată și în circuitele integrate care asigură reglajul electronic al contrastului și saturației culorii.

Luînd în considerație cele prezentate pînă acum și faptul că tastatura mecanică poate fi înlocuită cu tastatura electronică, putem dezvolta un sistem electronic complex de comandă. Acest sistem electronic poate realiza următoarele funcțiuni:

— reglaj electronic al comenzilor de lumină, volum, saturația culorilor și contrast. Acestea sînt numite și comenzi analogice.

— comutarea electronică a benzilor de frecvență și a canalelor programate. Această funcțiune este realizată de circuite integrate specializate pentru funcțiunea de comutatoare electronice. (De ex.: SAS 560 S, SAS 570 S — producție IPRS, C.I. U 710 D, U 711 D — producție RDG, etc.)

— pornirea și oprirea aparatului prin comandă de la distanță.

Din punctul de vedere al tipurilor de comenzi ce trebuie transmise sistemului electronic de comandă a funcțiunilor unui receptor de televiziune, se disting două tipuri de comenzi:

— comandă pentru funcțiune analogică caracterizată prin „crește" sau „scade" („mai mare" sau „mai mic").

— comandă pentru comutări de tipul „da" sau „nu".

Comenzile de tip analogic sînt în general trei sau patru comenzi. Numărul comenzilor de tip „comutare" este dat de numărul de taste ale programatorului de canale, comenzile „pornit — oprit" și alte comenzi auxiliare.

Problema cea mai importantă este deci de a diferenția două tipuri de comenzi între ele, pentru a putea transmite un număr mare de comenzi, fără riscul de a fi confundate între ele. Soluțiile adoptate pentru individualizarea comenzilor sînt două:

— prin codificarea în frecvență. Fiecare comandă are alocată o frecvență anumită.

— prin cod de impulsuri. Fiecare comandă are alocată o anumită succesiune de impulsuri, în cod binar.

Pentru transmiterea la distanță a comenzilor este nevoie de un „suport" sau „purtătoare".

Primele telecomenzi au utilizat ultrasunetele. În prezent, datorită avantajelor deosebite, s-a generalizat utilizarea telecomenzilor cu infraroșii.

Schema bloc a unui sistem de telecomandă este prezentată în fig. 1.2.

Telecomanda este formată din 2 părți principale:

— unitatea emițător

— unitatea receptor.

Unitatea emițător cuprinde o tastatură de comandă. Aceasta este utilizată pentru selectarea comenzilor dorite, ca: alegerea programului, modificarea unor comenzi analogice, pornirea și oprirea receptorului. Comenzile de la tastatură sînt codificate într-un etaj specializat pentru această funcțiune. Semnalul de comandă codificat este prelucrat pentru a fi aplicat etajului emițător. Etajul emițător poate fi un difuzor pentru ultrasunete sau o diodă electroluminiscentă, în infraroșu. Etajul de codificare poate fi același, indiferent de tipul emițătorului utilizat, sau poate prezenta mici modificări, funcție de tipul emițătorului utilizat.

Unitatea receptor realizează funcțiuni complexe. Receptorul care poate fi un microfon de ultrasunete sau o diodă fotosensibilă în infraroșu, preia semnalele transmise de unitatea emițător. Semnalul de la ieșirea receptorului este preluat de un preamplificator și aplicat etajului de decodare a comenzilor. Preamplificatorul, caracterizat printr-un factor de amplificare foarte mare, are amplificarea reglabilă. În acest fel semnalul care comandă etajul decodor este menținut constant într-un domeniu mare de nivele ale semnalelor aplicate sistemului receptor. Amplificarea etajului preamplificator și dinamica reglajului automat al amplificării sale, determină domeniul distanțelor de la care telecomanda este eficientă.

Etajul decodor are obligatoriu trei sau patru ieșiri pentru comenzi analogice. Acestea sînt reglajele de volum, saturație, lumină și contrast (lipsește în cazul existenței a trei comenzi analogice). Pentru celelalte comenzi, există un circuit care transformă semnalul codificat într-o tensiune de comandă prezentă numai pe una din ieșirile pentru comanda comutatorului electronic de programare.

La apariția unei tensiuni de comandă, pe una din ieșirile către comutatorul electronic de programe, se comută automat tensiunile de alimentare corespunzătoare ale selectorului de canale și apare o tensiune de acord ce se aplică intrării de varicap a selectorului de canale.

Ieșirea pentru comanda circuitului de pornire și oprire automată, este separată.

Etajul de decodare a comenzilor execută și unele comenzi suplimentare. De exemplu, la comutarea de pe un program pe altul, blochează automat calea de sunet (muting) și o deblochează după stabilizarea funcționării receptorului pe noul program. La transmiterea comenzii de oprire, televizorul trece în poziția de „așteptare" (stand-by). Această funcțiune este posibilă în anumite condiții, și anume:

— existența a două întrerupătoare pe tensiunea de rețea: întrerupătorul general și un întrerupător comandat printr-un releu;

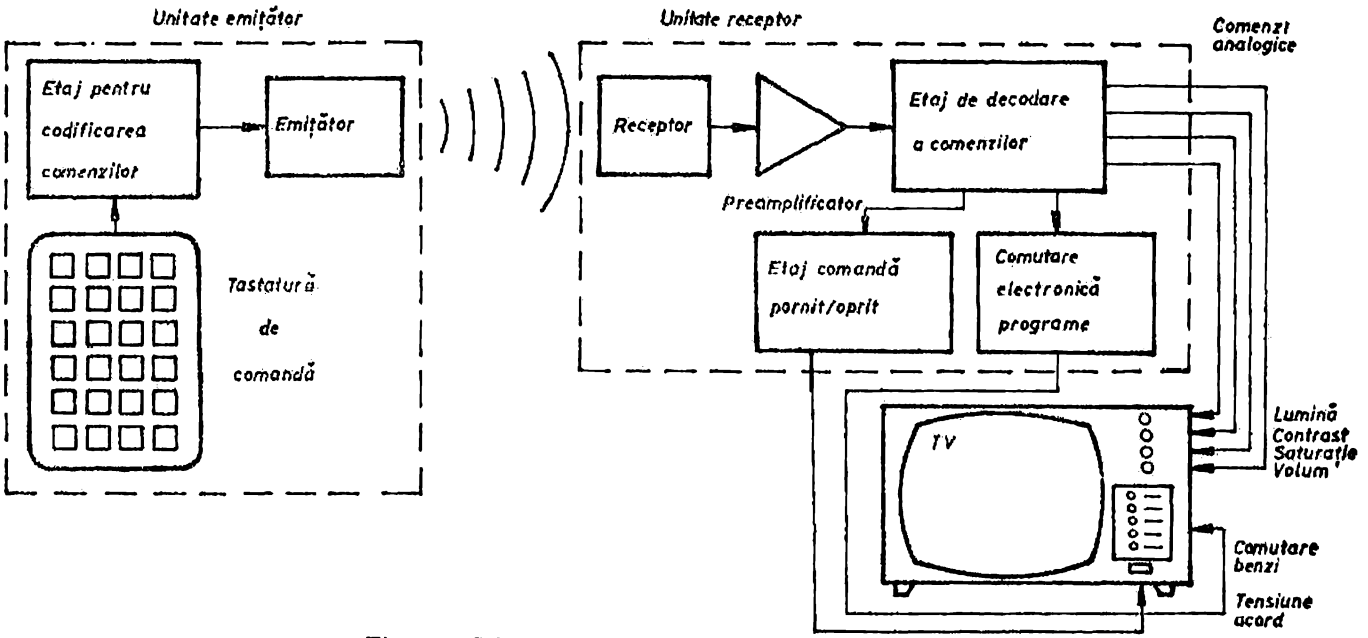

Fig. 1.2. Schema bloc a unei unități de telecomandă

— menţinerea permanentă a tensiunii de alimentare a unităţii de recepţie, a telecomenzii.

La multe variante de telecomenzi, pentru receptoarele aflate în situaţia de „aşteptare", nu mai este nevoie de comanda „pornit". Simpla acţionare a tastei corespunzătoare unui program va comanda şi pornirea receptorului.

În prezent circuitele integrate specializate pentru telecomenzi au o evoluţie rapidă, în sensul creşterii complexităţii funcţiunilor şi a numărului de comenzi posibil de transmis. Astfel, prin intermediul comenzii de la distanţă se poate realiza acordul receptorului pe post şi memorarea postului preacordat. Această funcţiune suplimentară a dat posibilitatea eliminării tradiţionalului programator de canale, voluminos şi scump. Pentru uşurarea urmăririi operaţiei de acord s-au adoptat mai multe soluţii, printre care una este apariţia numărului canalului pe ecran.

În continuare vom prezenta principiul de funcţionare al ciruitelor de telecomandă. Prezentarea reflectă într-o anumită măsură şi evoluţia tehnicii transmiterii comenzilor la distanţă.

1.2. Telecomandă cu codificarea în frecvenţă a comenzilor.

Una din primele soluţii adoptate pentru transmiterea la distanţă a comenzilor, a fost, alocarea pentru fiecare comandă a unei frecvenţe fixe. Pentru exemplificare vom prezenta în continuare sistemul de telecomandă realizat cu circuitele integrate SAA 1024 (emiţător) şi SAA 1025 sau SAA 1130 (receptor), produse de firma ITT (Intermetall).

Sistemul de transmisie se bazează pe emiterea a 30 de frecvenţe diferite, fiecare dintre ele corespunzînd unei comenzi. Semnalul poate fi transmis de la emiţător către receptor prin ultrasunete, folosind un mic difuzor, sau prin infraroşii, utilizînd o diodă electroluminiscentă în infraroşu (IRED infrared emitting diode).

Domeniul de frecvenţă utilizat este situat între prima şi a doua armonică a frecvenţei baleiajului orizontal ($f_H = 15\,625$ Hz), adică între 33 kHz şi 44 kHz. Frecvenţele alocate comenzilor, sînt distanţate faţă de frecvenţele $2\,f_H$ (31 250 Hz) şi $3\,f_H$(46 875 Hz) pentru a preveni ca semnalele din televizor să interfereze cu semnalele telecomenzii.

1.2.1. Unitatea de emisie

Partea de emisie este realizată cu circuitul integrat SAA 1024. Acesta este un circuit integrat monolitic, realizat în tehnica CMOS. El transmite 30 de comenzi cu ajutorul a 30 de frecvenţe din domeniul ultrasunetelor.

În fig. 1.3. este prezentată schema bloc, funcţională a C.I. SAA1024.

În principiu circuitul SAA1024 este format dintr-un oscilator cu cuartz, pe frecvenţa de 4,4336 MHz, două etaje divizoare fixe şi un divizor programabil comandat extern.

Funcţionarea circuitului integrat SAA1024, descrisă pe schema bloc din fig. 1.3 este următoarea:

Circuitul are 11 intrări de comandă notate în fig. 1.4. de la „*a*" la „*l*". Aceste intrări sînt cuplate la o „matrice" de comandă formată din 5 coloane, corespunzătoare intrărilor de la „*a*" la „*e*" şi 6 linii, corespunzătoare intrărilor de la „*f*" la „*l*". Această „matrice" este practic materializată printr-o tastatură cu 30 de taste. Acţionarea unei taste corespunde cu punerea „la

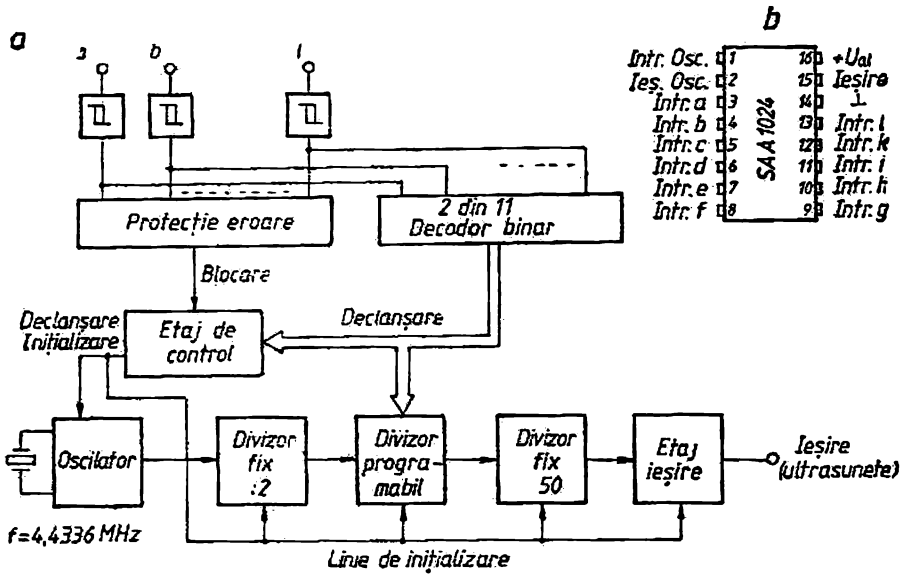

Fig. 1.3.
a) Schema bloc internă a C.I. SAA 1024 *b)* Conexiunile C.I. — SAA 1024.

masă" simultan, a două intrări, una dintre cele cuprinse între „*a*" și „*e*" și una dintre cele cuprinse între „*f*" și „*l*".

Semnalele primite de la două dintre cele 11 intrări de comandă, sînt prelucrate într-un etaj decodor binar 2 din 11. Acesta convertește comanda primită într-o comandă în cod binar de 5 — biți. Această comandă este folosită pentru declanșarea oscilatorului pe 4,4336 MHz și pentru modificarea factorului de divizare din divizorul programabil.

Semnalele, de la cele 11 intrări sînt preluate și de un etaj de protecție. Acesta sesizează comenzile corecte și comenzile false. Comenzile false provin de la perturbații aleatorii ce apar pe intrările de comandă sau de la acționare simultană a mai multor taste. În cazul acesta etajul de protecție comandă etajul de control, care nu va transmite comanda de pornire a oscilatorului. În această situație, la ieșirea circuitului integrat, nu apare nici un semnal pentru a fi emis de unitatea de telecomandă.

În cazul în care comanda este corectă, etajul de control declanșează începerea funcționării oscilatorului, iar divizorul programabil își fixează factorul de divizare. Suplimentar în circuit mai sînt intercalate două divizoare fixe, unul cu 2 și altul cu 50. Astfel, la ieșirea circuitului integrat SAA1024, pentru fiecare din cele 30 de comenzi posibile, apare o frecvență fixă, caracteristică.

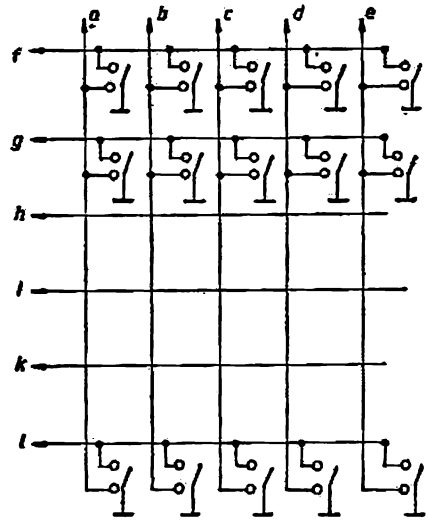

Fig. 1.4. Matricea (tastatura) de comandă utilizată pentru C.I. SAA 1024

În tabelul 1.1. sînt cuprinse cele 30 de frecvențe care corespund celor 30 de comenzi.

Frecvența rezultată din divizare se calculează cu formula:

$$f_u = \frac{x}{12\,800} f_o$$

unde x sînt valorile cuprinse în tabelul 1.1. de la 98 la 127.

1.2.2. Emițătorul de ultrasunete

Semnalul avînd frecvența ultrasonoră, se aplică unui etaj amplificator și în continuare unui difuzor de ultrasunete. Schema de principiu a unei unități emițător de telecomandă, utilizînd ca element de transmisie ultrasunetele, este prezentată în fig. 1.5.*a*.

Comenzile sînt aplicate circuitului integrat prin intermediul unei rețele de intrare. Tastatura poate fi o tastatură mecanică sau o tastatură senzorială. În cazul tastaturii mecanice rețeaua de intrare este formată din elemente ca în fig. 1.5.*b*. Pentru tastarea senzorială sau cu cursă scurtă, rețeaua de intrare este formată din elemente ca în fig. 1.5.*c*. Tastatura realizează punerea simultană la masă a două intrări de comandă, din cele 11 intrări, notată de la „a" la „1". Cuarțul de 4,43 MHz asigură stabilitatea frec-

Tabelul 1.1.

Frecvențele semnalelor de emisie pentru
$f_{osc} = 4{,}4336$ MHz

Nr. crt.	Frecvența	x											
1	33945 Hz	98	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2	34291 Hz	99	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3	34638 Hz	100	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
4	34984 Hz	101	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
5	35330 Hz	102	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
6	35677 Hz	103	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
7	36023 Hz	104	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	36370 Hz	105	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	36716 Hz	106	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	37062 Hz	107	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	37409 Hz	108	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
12	37755 Hz	109	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
13	38101 Hz	110	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
14	38448 Hz	111	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
15	38794 Hz	112	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	39141 Hz	113	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	39487 Hz	114	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
18	39833 Hz	115	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	40180 Hz	116	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
20	40526 Hz	117	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
21	40872 Hz	118	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
22	41219 Hz	119	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
23	41565 Hz	120	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24	41912 Hz	121	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	42258 Hz	122	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	42604 Hz	123	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	42951 Hz	124	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
28	43297 Hz	125	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29	43643 Hz	126	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
30	43990 Hz	127	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

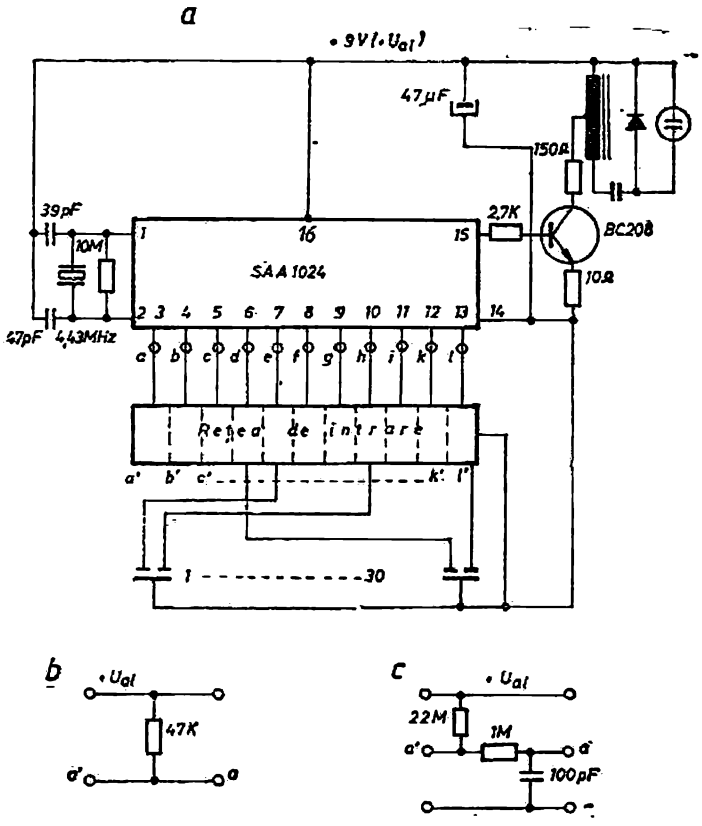

Fig. 1.5.

a) Unitate de emisie cu ultrasunete, echipată cu C.I. SAA 1024 *b)* Element al reţelei de intrare pentru tastatură mecanică *c)* Element al reţelei de intrare pentru tastatură senzorială

venţei de oscilaţie a oscilatorului intern. Ieşirea de semnal este pe terminalul 15 al C.I. Semnalul de ieşire, de frecvenţă ultrasonoră este amplificat cu tranzistorul BC 208, care are în colector un difuzor piezoelectric pentru ultrasunete. Tensiunea din colector este aplicată unui autotransformator ridicător de tensiune, pentru obţinerea nivelului necesar pentru comanda capsulei piezoelectrice.

Rezistenţa de reacţie de 10 Ohmi, din emitorul tranzistorului amplificator (fig. 1.5.*a*) poate fi înlocuită cu o diodă electroluminiscentă (LED), ca în fig. 1.6. Această diodă va indica starea de funcţionare a telecomenzii, deoarece etajul de ieşire al C.I. — SAA 1024 nu este activ decît în momentul acceptării unei comenzi. Între două comenzi, unitatea de emisie este în stare de „aşteptare" (stand-by), avînd un consum foarte mic de curent, din sursa de alimentare de 9 V.

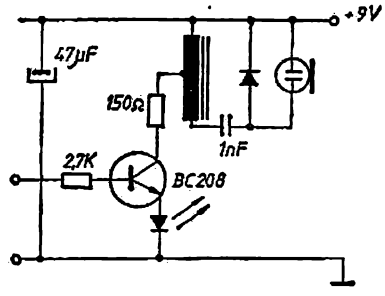

Fig. 1.6. Indicarea funcţionării unităţii de emisie, cu ultrasunete, prin utilizarea unei diode electroluminiscente (LED)

1.2.3. Emiţătorul cu infraroşii

Pentru transmiterea la distanţă a comenzilor furnizate de unitatea de emisie, se poate utiliza, în locul unui difuzor piezoelectric, un grup de diode emiţătoare în infraroşu. În acest caz unitatea de recepţie va utiliza, în locul unui microfon de ultrasunete, o diodă detectoare sensibilă în domeniul de lungimi de undă de lucru. Această diodă converteşte, semnalul transmis, într-o tensiune care este amplificată şi aplicată circuitului integrat receptor SAA 1025 sau SAA 1130.

Semnalul transmis este atenuat direct proporţional cu pătratul distanţei pînă la receptor. Eficienţa sistemului trebuie optimizată pentru a avea o distanţă suficientă de transmisie, cu un consum mic de putere.

Pentru a obţine o eficienţă ridicată în transmisie, este bine ca diodele emiţătoare în infraroşu să fie comandate cu impulsuri de curent, cu amplitudine mare şi durată foarte mică. În practică, timpul de conducţie este dictat de timpii de intrare în conducţie şi de timpii de blocare a diodelor utilizate în montaj.

O altă limitare este prezentă, atunci cînd în receptor se utilizează un circuit rezonant acordat pe centrul benzii de frecvenţă transmise. Dacă lăţimea impulsului de conducţie a diodei este foarte mică, spectrul semnalului este foarte întins. Filtrul de bandă va limita componentele semnalului, alterîndu-i forma.

În fig. 1.7. este prezentată schema de principiu a părţii de emisie în infraroşu dintr-o telecomandă. Condensatorul C(56 pF) modifică factorul de umplere al impulsurilor de comandă. Tranzistorul BC 303 va avea o durată de conducţie de aprox. 2,5 μS şi un curent de vîrf de 300—350 mA. Emiţătorul este operativ pînă la o distanţă de 15 m de receptor.

Pentru mărirea distanţei de lucru se pot utiliza oglinzi şi lentile care dirijează şi concentrează fasciculul de raze infraroşii. Radiaţia în domeniul infraroşu are avantaje evidente vizavi de ultrasunetele utilizate ca mijloc de transmitere a comenzilor la distanţă.

Datorită vitezei foarte mari de propagare, în cazul transmiterii comenzilor în infraroşu, nu apar perturbaţii sub formă de interferenţe, reflexii în încăperi şi efect Doppler. De asemenea, zgomotele perturbatoare nu pot deranja funcţionarea. Lumina puternică ambiantă, diminuează distanţa de acţiune a telecomenzii cu infraroşii, fără a provoca erori în funcţionare. Viteza de transmitere a informaţiilor este mai mare. Datorită transmiterii semnalului în impulsuri de durată foarte scurtă, se pot utiliza puteri de vîrf ridicate.

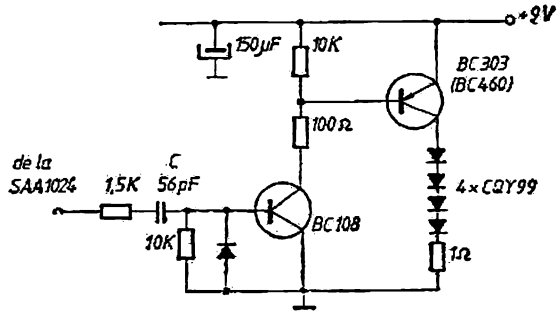

Fig. 1.7. Etajul emiţător în infraroşu.

1.2.4. Unitatea de recepție

Semnalul de frecvență ultrasonoră, provenit de la emițător este detectat de un microfon, în cazul transmiterii prin ultrasunete, sau o diodă sensibilă în infraroșu. Acest semnal este amplificat și aplicat la intrarea C.I.—SAA 1025 au SAA 1130.

Acest circuit măsoară frecvența semnalului captat. Măsurarea frecvențelor se face prin numărarea impulsurilor date de un oscilator cu cuarț într-un anumit interval de timp.

Pentru anumite semnale, ca de exemplu „pornit — oprit" și „mutting" (fără sunet), timpul de numărare este crescut la 0,7 secunde. Pentru celelalte semnale, timpul de numărare este numai 120 milisecunde.

Toate aceste protecții ca și verificarea ca frecvența semnalului recepționat să nu fie mai mică de 27,7 KHz sau mai mare de 54,4 kHz, elimină orice posibilitate de comandă falsă. Circuitul integrat SAA1025 (sau SAA1130) controlează: pornirea și oprirea receptorului TV, prin intermediul unui releu, selectarea a 16 programe și comanda unor semnale analogice, pentru volum, lumină și saturația culorilor. Circuitele integrate au trei ieșiri separate, pentru fiecare din comenzile analogice amintite. Fiecare dintre ieșirile analogice ale lui SAA1025, are un semnal în formă de succesiune de impulsuri cu frecvența de repetiție de 8,9 kHz și factor de umplere variind între 1 : 31 și 30 : 31. Circuitul integrat SAA1130 are pe ieșirile de reglaj pentru semnalele analogice, un semnal în impulsuri cu frecvența de repetiție de 17,5 kHz și cu factor de umplere modificabil în 62 de pași. Aceste semnale sînt filtrate, de o rețea RC, iar componentele continue sînt utilizate pentru reglajele de volum, lumină și saturație a culorilor.

În fig. 1.8. este prezentat circuitul complet al unei unități de recepție pentru o telecomandă cu ultrasunete. Același circuit, cu mici modificări poate fi utilizat și pentru prelucrarea semnalului transmis în infraroșu.

Schema se subdivide în următoarele etaje:

1. *Preamplificator* pentru ultrasunete cu C.I. — TBA231 și un filtru trece bandă (34 kHz—44 kHz), avînd un raport semnal-zgomot foarte bun. În cazul în care se utilizează transmisia în infraroșu, etajul este înlocuit cu un preamplificator special proiectat pentru această funcțiune.

2. *Receptorul*, realizat cu C.I. — SAA1025 convertește semnalul de la ieșirea amplificatorului, într-un semnal sub formă de impulsuri, în cod binar. Unele din comenzi (volum, lumină, saturație, pornit-oprit) sînt decodificate direct și sînt prezente la anumite terminale. Comenzile pentru alegerea unuia din cele 16 programe, preprogramate, apar în cod binar pe 5 ieșiri special destinate acestei funcțiuni. Aceste 5 ieșiri sînt utilizate și ca intrări de comandă, în cazul în care sînt acționate comenzile „locale", de pe panoul frontal al televizorului. Comenzile „locale" sînt aplicate tot în cod binar și au prioritate față de cele transmise de telecomandă.

3. Al treilea etaj, format cu circuitul integrat MO54, decodifică informația binară prezentă la cele 5 ieșiri ale C.I. — SAA1025 și funcție de comandă, activează una din cele 16 ieșiri ale sale.

4. Al patrulea bloc funcțional este format din circuitele de selecție a programelor. Aceste circuite sînt foarte asemănătoare în funcțiuni cu C.I. — SAS560 S/SAS570S utilizate în tastatura senzorială.

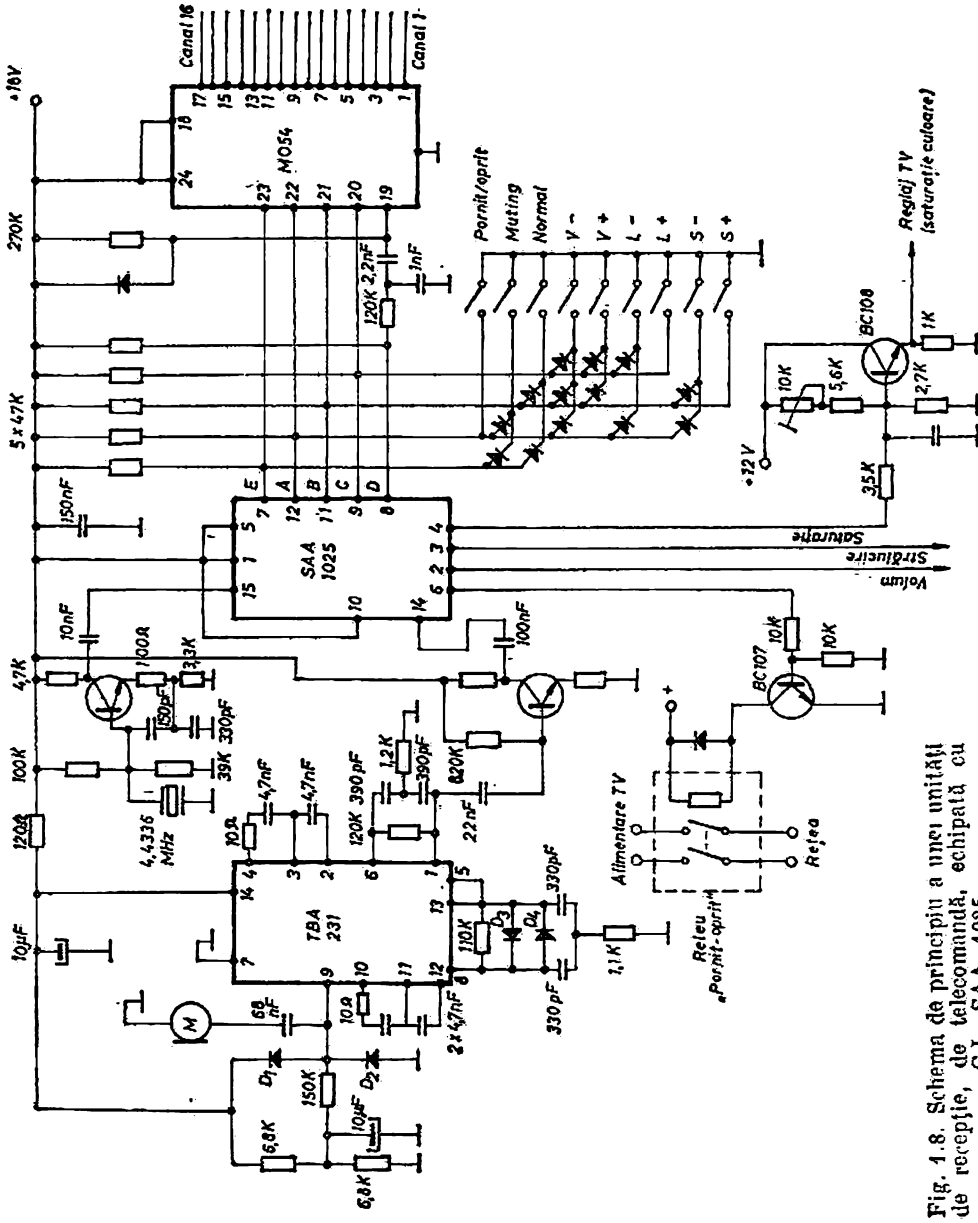

Fig. 1.8. Schema de principiu a unei unități de recepție, de telecomandă, echipată cu C.I. SAA 1025.

1.2.4.1. Preamplificatorul ultrasonic

Amplificatorul prezentat în fig. 1.8, este format dintr-un preamplificator selectiv, realizat cu două etaje din C.I. TBA231. Acesta este un dublu amplificator operațional, fiecare amplificator avînd o reacție selectivă, pentru a obține o caracteristică de tip trece bandă. Suplimentar mai este utilizat un etaj amplificator echipat cu un tranzistor.

Semnalul minim care trebuie aplicat la intrarea lui SAA1025 este de 300 mVvv. Primul etaj amplificator din C.I. — TBA231 are reacția astfel aplicată, ca amplificarea maximă să fie obținută în jurul frecvenței de 43,8 kHz. Al doilea etaj amplificator are amplificarea maximă în jurul frecvenței de 34 kHz. Caracteristica globală amplitudine — frecvență este cea a unui filtru trece bandă.

Circuitul de reacție utilizat este prezentat în fig. 1.9.*a*. Pentru calculul frecvenței corespunzătoare amplitudinii maxime se folosește următoarea formulă:

$$f = \frac{1}{2\pi C\sqrt{R_1 R_2}}$$

Caracteristica globală de transfer este prezentată în fig. 1.9.*b*. Intrarea amplificatorului (terminalul *9*) este polarizată la jumătate din tensiunea de alimentare, folosind un divizor de impedanță mică. În acest mod este prevenită generarea unui zgomot de nivel ridicat.

Punctul median este filtrat suplimentar de un condensator de 10 μF și este conectat la intrarea neinversoare a amplificatorului operațional printr-o rezistență de 150 kohmi. Această rezistență asigură o bună adaptare la impedanța microfonului piezoelectric, prin creșterea impedanței de intrare a amplificatorului.

Două diode montate „antiparalel", (D_3 și D_4) dispuse în paralel cu circuitul de reacție al primului etaj, previn efectele de stocare ce pot apare în al doilea etaj amplificator, în prezența unui semnal puternic la intrare (emițătorul foarte aproape de microfonul receptorului).

Al treilea etaj este format dintr-un amplificator cu un tranzistor npn. Tranzistorul este polarizat astfel ca el să fie „ușor" în conducție. Dacă tran-

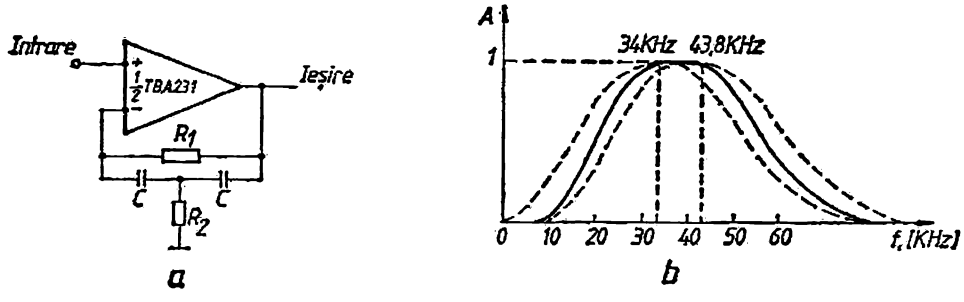

Fig. 1.9.
a) Amplificator operațional utilizat ca filtru selectiv. *b)* Caracteristica de transfer a amplificatorului selectiv realizat cu TBA 231, din fig. 1.8.

zistorul este cuplat printr-un condensator, semnalul care soseşte blochează tranzistorul la alternanţele negative. Acest etaj filtrează orice zgomot care ajunge pînă la amplificator. Efectul se obţine prin intercalarea unei rezistenţe serie cu condensatorul de cuplaj. Prin mărirea rezistenţei, tranzistorul devine mai puţin sensibil la semnalele slabe. Acelaşi efect poate fi obţinut prin reducerea valorii rezistenţei de 820 kohmi de polarizare a bazei tranzistorului.

Microfonul poate fi de tip polarizat sau nepolarizat. Dacă se foloseşte un microfon polarizat, acesta este conectat la o tensiune de 200 V, printr-o rezistenţă de 2 Mohmi. Preamplificatorul de ultrasunete este de obicei foarte bine ecranat pentru a preveni pătrunderea unor semnale perturbatoare şi atent proiectat pentru prevenirea tendinţelor de oscilaţie.

1.2.4.2. Preamplificatorul pentru infraroşii

În fig. 1.10 este prezentată schema de principiu a preamplificatorului, care poate prelucra semnalele provenite de la o diodă sensibilă în infraroşu.

Acest preamplificator înlocuieşte microfonul piezoelectric folosit la transmisiunile ultrasonice. Preamplificatorul este conectat la intrarea amplificatorului trece bandă, care este utilizat în aceeaşi configuraţie ca în fig. 1.8. Preamplificatorul trebuie ecranat foarte bine.

Dioda receptoare utilizată este de tip BPW 34. Dacă este montată într-o cutie transparentă, aceasta trebuie să fie un filtru optic pentru a o ecrana de lumina ambiantă. Acest filtru poate fi realizat dintr-un film fotografic pentru diapozitiv, neexpus şi developat.

Preamplificatorul prezentat este echipat cu două tranzistoare BC 109 C, tranzistoare cu zgomot redus. Impedanţa de intrare a preamplificatorului este egală cu 1 Mohm. Amplificarea globală este de aprox. 12 dB, suficientă pentru obţinerea nivelului necesar atacului C.I. — TBA231.

În fig. 1.11. este prezentat un preamplificator de bandă largă. Primul etaj amplificator este echipat cu un tranzistor cu efect de cîmp BF 245B. pentru a se asigura o impedanţă mare de intrare. Urmează două etaje amplificatoare echipate cu tranzistoarele BC109C şi BC177, care asigură nivelul necesar atacului C.I. — SAA1025. Condensatoarele de 270 pF limitează banda de trecere a amplificatorului, asigurînd şi o anumită imunitate la zgomot.

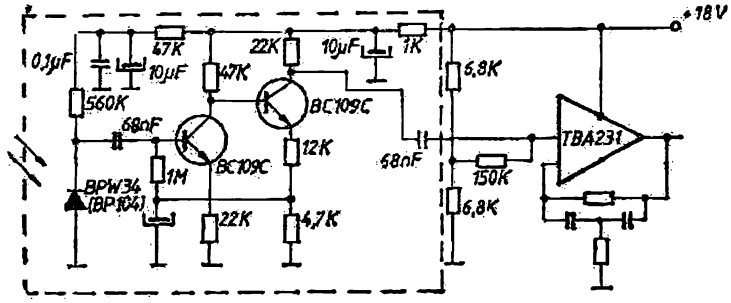

Fig. 1.10. Preamplificatorul unităţii de recepţie pentru transmisie în infraroşu a comenzilor.

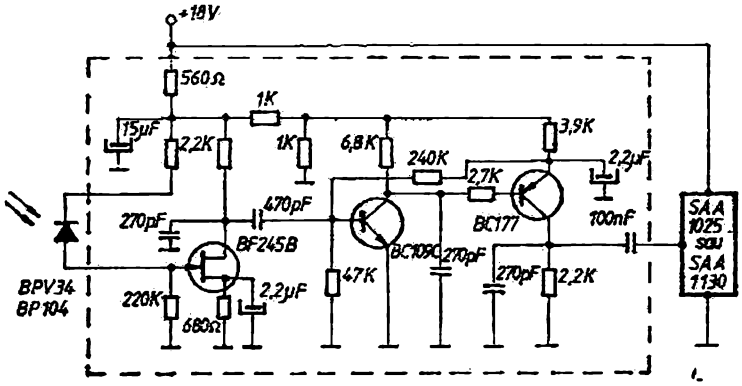

Fig. 1.11. Preamplificatorul unității de recepție, echipat cu tranzistor FET, pentru transmisia în infraroșu.

1.2.4.3. Oscilatorul pentru ceas

În fig. 1.12 este prezentată schema de principiu a oscilatorului cu cuarț, pe frecvența de 4,4336 MHz. Semnalul, avînd o amplitudine între 4 V și 8 V este aplicat la intrarea de ceas a C.I. — SAA1025 (terminalul *15*).

1.2.4.4. Circuitul integrat receptor SAA1025

Elementul cel mai important al unității de recepție este circuitul integrat receptor tip SAA1025 sau SAA1130. Acesta este un circuit realizat în tehnologie MOS canal P.

În fig. 1.13 este prezentată configurația terminalelor C.I. — SAA1025. Intrarea de semnal este pe terminalul *14*. Semnalul, avînd frecvență ultrasonoră, trebuie să aibă cel puțin 500 mV vîrf la vîrf. Cuplajul cu amplificatorul, se face capacitiv, pentru separarea componentelor continue. Semnalul de intrare trebuie să fie prezent mai mult de 115,5 ms, pentru ca comanda transmisă să fie acceptată. Excepție fac comenzile pentru „rețea" și „muting" care au timpul minim de acceptare de 669,8 ms.

Un circuit intern de control elimină semnalele care apar la intrare și au frecvențele mai mari de 55,4 kHz sau mai mici de 27,7 kHz.

Tensiunea de ceas avînd frecvența de 4,4336 MHz este aplicată, printr-un condensator de cuplaj la terminalul *15* al circuitului integrat.

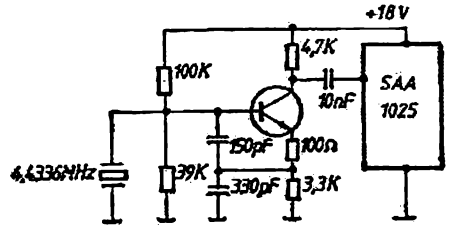

Fig. 1.12. Schema de principiu a oscilatorului de ceas echipat cu cuarț pe 4,4336 MHz.

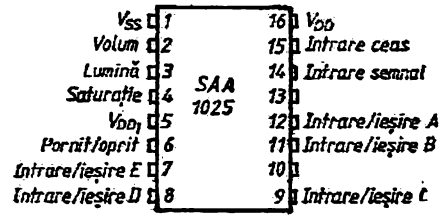

Fig. 1.13. Terminalele C.I. receptor de telecomandă, tip SAA 1025.

Terminalele *2*, *3* și *4* sînt ieșiri pentru comenzile funcțiunilor analogice de lumină, volum și saturație a culorilor. Ieșirile amintite sînt drenele unor tranzistoare MOS, cu canal *P*, închise pe rezistențele de sarcină externe.

Tensiunea de ieșire este o tensiune în formă de impulsuri, avînd frecvența de repetiție de 8,93 kHz. Factorul de umplere este variabil, în 30 de pași de la 1 : 31 pînă la 30 : 31 (fig. 1.14). Factorul de umplere variază cu un pas la 115,5 ms, la prima comandă și în cazul unei comenzi continui avansează la fiecare 184,8 ms, pînă atinge valoarea finală. Timpul necesar pentru o variație completă, este de 5,543 secunde. În cazul în care se aplică

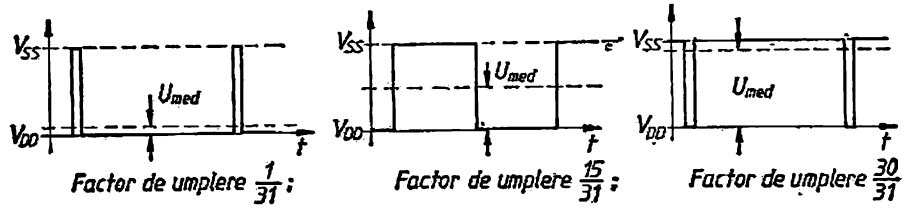

Fig. 1.14. Forma tensiunii, pe terminalele pentru comenzi analogice, pentru diferite valori ale factorului de umplere.

tensiunea de alimentare, ieșirile digitale pentru comenzile analogice au factori de umplere normalizați, după cum urmează:

— saturația culorilor	16 : 31
— lumină	18 : 31
— volum	10 : 31

În cazul în care terminalul *5* este conectat la tensiunea de alimentare, atunci rămîne memorată ultima informație referitoare la comenzile analogice.

În fig. 1.15 este prezentat circuitul care realizează conversia digital-analogică a semnalului de comandă. Acest circuit este practic un filtru *RC* de tip trece jos. Semnalul de la ieșirea din circuitul integrat, are forma asemănătoare cu cea a semnalului prezentat în fig. 1.14.

Grupul R_3C este un filtru trece jos, care lasă să treacă numai componenta continuă U_{med}. Tensiunea continuă de reglaj se regăsește în emitorul tranzistorului.

Rezistența R_1 este formată dintr-o rezistență fixă și una ajustabilă, pentru compensarea dispersiilor valorilor rezistențelor din divizor. Divizorul R_1, R_2 determină valoarea minimă a tensiunii de reglaj (U_{min}). Valoarea maximă a tensiunii de reglaj este ajustabilă prin intercalarea unui semireglabil în serie cu rezistența R_3.

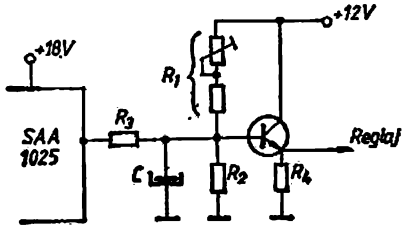

Fig. 1.15. Filtru trece jos, utilizat ca convertor digitalanalogic, pentru tensiunile utilizate la reglajele analogice.

Constanta de timp a filtrului nu trebuie să fie mai mare de 10—20 ms. Această valoare este dictată de timpul pentru un pas, care este de ordinul 100 ms. Dacă constanta de timp ar fi prea mare, ar fi greu de oprit comanda la valoarea dorită.

Circuitul pentru comanda pornit-oprit. La sosirea comenzii *1* din tabelul 1.1, C.I. — SAA1025, va furniza la terminalul *6* o tensiune pozitivă. Această tensiune este dată de un circuit basculant bistabil, care

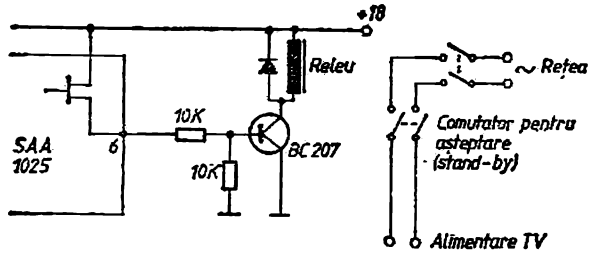

Fig. 1.16. Circuitul pentru comanda „pornit-oprit" a receptorului.

comandă un tranzistor de ieșire. În fig. 1.16 este prezentat circuitul pentru pornirea și oprirea televizorului. Tranzistorul de ieșire din circuitul integrat, prezintă în stare de conducție (comanda „pornit") o rezistență de aproximativ 1 kohm. Tranzistorul de comandă, de tip BC 207, intră în conducție și lasă să treacă prin releul din colector, curentul necesar comenzii de anclanșare. Contactele releului sînt conectate pe de o parte la comutatorul de rețea și pe de altă parte la etajul de alimentare al televizorului. Pentru funcționarea telecomenzii, întrerupătorul de rețea al televizorului trebuie să fie anclanșat. Alimentarea unității de recepție a telecomenzii se face dintre întrerupătorul de rețea și comutatorul pentru poziția de așteptare (stand-by).

Dacă se dorește pornirea imediată a televizorului, prin acționarea numai a întrerupătorului de rețea, se folosește schema din fig. 1.17. La acționarea întrerupătorului de rețea apare tensiunea de alimentare de +18 V a unității de recepție a telecomenzii. În mod automat, circuitul integrat SAA1025, la sosirea tensiunii de alimentare trece pe poziția de așteptare (stand-by). În poziția de așteptare, tensiunea pe terminalul *6* este egală cu zero și comutatorul pentru așteptare rămîne deschis (TV nealimentat). În această situație, comanda pornit-oprit a televizorului nu se poate face decît prin intermediul telecomenzii, prin comanda care introduce în saturație tranzistorul de ieșire, de pe terminalul *6*. Circuitul din fig. 1.17 înlătură acest neajuns, dînd posibilitatea pornirii directe a receptorului. La apariția tensiunii de alimentare de +18 V, tensiunea din baza tranzistorului BC204, menține tranzistorul în conducție. Durata de menținere în conducție este dictată de valoarea constantei de timp *RC* din baza tranzistorului BC204. Această constantă de timp trebuie să fie mai mare decît durata de stabilire a tensiunii de alimentare de +18 V. În aceste condiții circuitul integrat rămîne pe poziția „pornit", după care tranzistorul BC204 se poate bloca.

În anumite situații, se dorește eliminarea comenzii de la distanță pentru funcțiunea „pornit — oprit", deoarece această comandă necesită o alimentare separată a telecomenzii și utilizarea unui releu. În această situație terminalul *6* al C.I. este conectat direct la tensiunea de +18 V de alimentare.

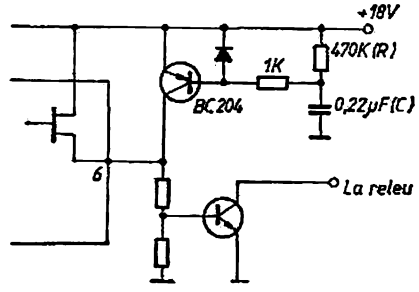

Fig. 1.17. Circuit pentru pornirea receptorului, fără trecerea prin poziția de așteptare.

Conectarea C.I. SAA1025 la comenzile locale ale TV. Terminalele, *7*, *8*, *9*, *11* și *12* pot fi utilizate fiecare ca ieșiri, șientru informația transmisă prin telecomandă sau ca intrări pentru comenzile locale. Prin comenzi locale se înțeleg

comenzile existente pe panoul frontal al receptorului TV. Comenzile locale sînt practic dublate de comenzile existente în unitatea de emisie de telecomandă. Comenzile locale au totdeauna prioritate față de comenzile transmise de la distanță.

În fig. 1.8 sînt prezentate comenzile „pornit-oprit", „muting", „normal", „volum", „lumină" și „saturația culorii". Aceste comenzi sînt de tip mecanic, realizate sub forma unei tastaturi cu cursă scurtă. Tastele sînt conectate la terminalele *E*, *A*, *B*, *C*, *D* prin intermediul unei matrice cu diode, care convertește comanda aplicată într-o informație în cod binar, de 5 biți. În lipsa oricărei comenzi, toate intrările sînt la +18 V, corespunzînd nivelului „1" în cod binar. La acționarea unei taste, de pe panoul comenzilor locale, una, două sau trei intrări sînt puse simultan la masă, corespunzînd nivelului „0" în cod binar.

Astfel de exemplu, pentru comanda „pornit-oprit", pe terminalele *EABCD* apare comanda 10111, deoarece terminalul *A* este pus la masă prin tasta de comandă. În cazul comenzii de reducere a volumului tasta corespunzătoare pune la masă terminalele *A*, *B* și *C*, comanda pe terminalele *E*, *A*, *B*, *C*, *D* fiind 10001.

Semnalul de intrare este recunoscut ca fiind bun dacă acesta depășește în fiecare din trei perioade succesive de cîte 23,1 ms, nivelul de referință, pentru cel puțin 10 μS. Dacă este îndeplinită această condiție, la ieșire apare un impuls de 23,1 ms, după un timp de prelucrare de 46,2 ms. Timpul total de întîrziere de apariție a comenzii este de 115,5 ms.

În cazul comenzilor pentru „pornit-oprit" și „muting" comenzile de intrare au timpul de acceptare de 600,6 ms. Impulsul de comandă pe ieșire apare după 69,3 ms. Întîrzierea totală este pentru aceste comenzi, de 669,9 ms.

Desigur, că semnalele de ieșire, acționează pe intrări, din nou. Acest lucru nu dă naștere la interferențe, deoarece intrările sînt blocate, atunci cînd avem semnal disponibil pe ieșire.

În tabelul 1.2 sînt prezentate corespondențele dintre frecvențele semnalelor de comandă și comenzile în cod binar, pe terminalele *E*, *A*, *B*, *C*, *D*. Se poate observa că pe terminalul *D* nivelul este „1" pentru primele 14 comenzi. Aceste comenzi se regăsesc și pe panoul frontal al televizorului. Pentru următoarele 16 comenzi, nivelul pe terminalul *D* este „0". Aceste comenzi se referă, în exclusivitate, la programe prememorate pe programatorul televizorului. În cazul circuitului integrat SAA1025, programatorul nu trebuie să aibă mai mult de 16 piste de acord.

Decodarea programului. Ieșirile *E*, *A*, *B*, *C* și *D* ale C.I. — SAA1025 sînt utilizate pentru comanda unui etaj de decodare. Etajul este echipat cu C.I. — MO 54 sau MO 55. Acest circuit integrat are 5 intrări și 16 ieșiri.

În tabelul 1.3. sînt prezentate tensiunile pe terminalele C.I.MO54. [Tabelul 1.3].

Ieșirile C.I. MO54 acționează mai departe asupra unor circuite integrate comutatoare de programe avînd construcția asemănătoare cu C.I. SAS560 S/570S.

În fig. 1.18 este prezentată partea de selectare electronică a programelor. Circuitul integrat utilizat pentru decodarea comenzii de program este MO55. Acest C.I. acceptă conectarea pe cele 16 ieșiri a unei tastaturi senzoriale, cu 16 taste, pentru selectarea locală a programelor preprogramate. Circuitele integrate H580/H590 utilizează ca semnale de intrare tensiunile

Tabelul 1.2.

Comenzile furnizate de C.I. — SAA 1025, funcție de frecvențele de comandă recepționate (f_{osc} = 4,4336 MHz)

Frecvența (Hz)	Canal Nr.	Comanda	Cod				
			E	A	B	C	D
33945	1	Rețea „pornit-oprit"	1	0	1	1	1
34291	2	Muting	0	0	1	1	1
34638	3	Saturația culorilor +	1	1	0	1	1
34984	4	Normal	0	1	0	1	1
35330	5	Saturația culorilor —	1	0	0	1	1
35677	6	S 1	0	0	0	1	1
36023	7	Lumină +	1	1	1	0	1
36370	8	S 2	0	1	1	0	1
36716	9	Lumină —	1	0	1	0	1
37062	10	S 3	0	0	1	0	1
37409	11	Volum +	1	1	0	0	1
37755	12	S 4	0	1	0	0	1
38101	13	Volum —	1	0	0	0	1
38448	14	S 5	0	0	0	0	1
38794	15	Program 1	1	1	1	1	0
39141	16	Program 2	0	1	1	1	0
39487	17	Program 3	1	0	1	1	0
39833	18	Program 4	0	0	1	1	0
40180	19	Program 5	1	1	0	1	0
40526	20	Program 6	0	1	0	1	0
40872	21	Program 7	1	0	0	1	0
41219	22	Program 8	0	0	0	1	0
41565	23	Program 9	1	1	1	0	0
41912	24	Program 10	0	1	1	0	0
42258	25	Program 11	1	0	1	0	0
42604	26	Program 12	0	0	1	0	0
42951	27	Program 13	1	1	0	0	0
43297	28	Program 14	0	1	0	0	0
43643	29	Program 15	1	0	0	0	0
43990	30	Program 16	0	0	0	0	0

Tabelul 1.3.

Intrări					Ieșiri															
E	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

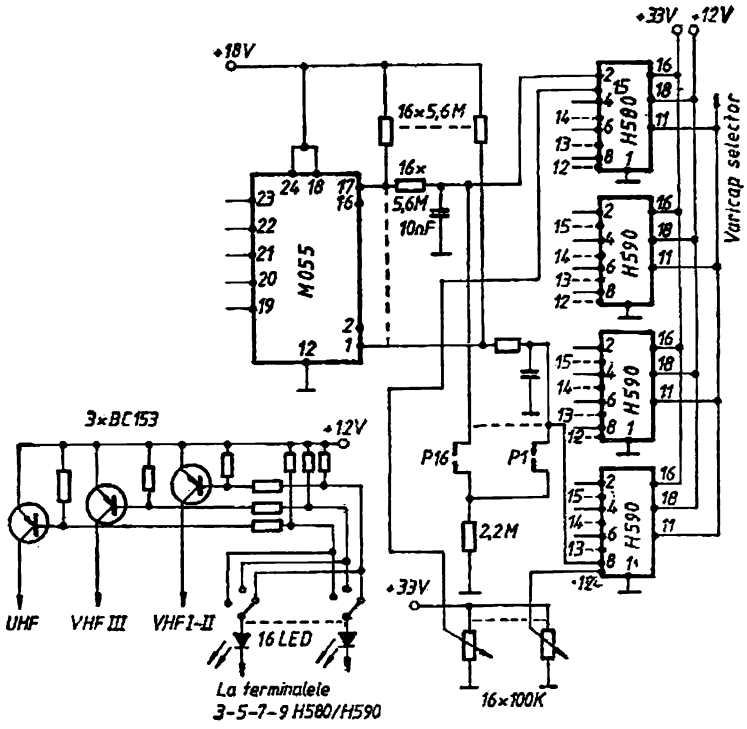

Fig. 1.18. Schema de principiu a circuitului pentru decodificarea comenzilor pentru programe.

de comandă pentru comutarea programelor, tensiunile de acord de pe cursoarele a 16 potențiometrii de acord, o tensiune de +33 V și o tensiune de +12 V. Semnalele de ieșire sînt:

— o tensiune de +12 V pentru alimentarea selectorului de canale corespunzător benzii de frecvențe ce se dorește a fi recepționată;

— o tensiune de acord varicap corespunzătoare canalului preprogramat.

1.3. Telecomenzi cu modularea în cod a impulsurilor.

Transmiterea comenzilor, sub forma unor semnale, care diferă prin frecvența de repetiție a unor impulsuri, limitează numărul comenzilor posibil de transmis. Din acest motiv s-a trecut la transmiterea comenzilor prin modularea în cod a impulsurilor. Avantajul deosebit, al acestui mod de transmitere a informațiilor este imunitatea contra perturbațiilor.

Comenzile sînt transmise sub forma unei succesiuni de șase impulsuri, precedate de un impuls de start. În fig. 1.19 sînt prezentate două variante ale sistemului de modulare în cod a impulsurilor. Informația transmisă este aplicată în cod binar, sub forma a două nivele „0" sau „1".

În fig. 1.19*a*, este prezentată comanda în formă binară. În fig. 1.19*b* este prezentat sistemul de codificare bifazică, pentru nivelele „0" și „1" și pentru comanda din fig. 1.19*a*.

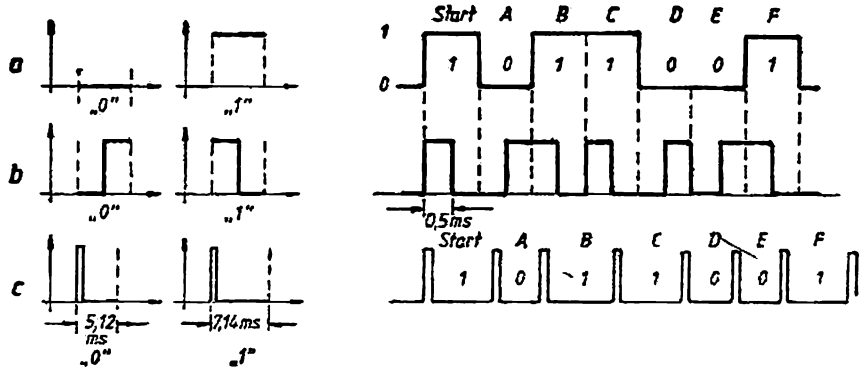

Fig. 1.19.

a) Codificarea binară a unei informații. *b)* Codificarea binară utilizînd codul bifazic. *c)* Codificarea binară utilizînd modularea impulsurilor în poziție.

În fig. 1.19*c* este prezentat sistemul de modulare a impulsurilor în poziție, pentru nivelele „0" și „1" și pentru comanda prezentată în fig. 1.19*a*.

Pentru exemplificarea modului de funcționare al telecomenzilor care utilizează modularea în cod a impulsurilor vom prezenta două sisteme de telecomandă. Primul, care utilizează codificarea bifazică, dezvoltat de firma SIEMENS, sub denumirea „INFRAFERN" și al doilea care utilizează modularea impulsurilor în poziție, dezvoltat de firma PHILIPS.

1.3.1. Sistemul de codificare bifazică (Siemens)

După cum am mai prezentat, transmiterea semnalelor se face prin modularea în cod a impulsurilor. Fiecare comandă este alcătuită din 6 biți, pentru informații. Înaintea primului bit, pentru informație se transmite un bit de start. Fiecare bit este transpus în cod bifazic. În acest mod, fiecare bit este format din două părți egale (fig. 1.19*b*).

Fiecare bit are durata de aprox. 1 ms, fiind format dintr-un impuls de 0,5 ms și o pauză de 0,5 ms. De exemplu pentru transmiterea cifrei „0", 0,5 ms este pauză și urmează un impuls de 0,5 ms. Pentru cifra „1" avem, întîi un impuls de 0,5 ms după care urmează o pauză de 0,5 ms.

1.3.1.1. Unitatea de emisie

În prezent, transmiterea comenzilor la distanță se face în exclusivitate în domeniul infraroșu. Vom prezenta o unitate de emisie echipată cu C.I.SAB3210, produs de firma Siemens.

În fig. 1.20 este prezentată schema de principiu a unei unități de emisie, cu posibilitatea de a transmite 32 de comenzi directe. Circuitul integrat este realizat în tehnologie P-MOS. El realizează conversia comenzii primite, într-un semnal de 6 biți. Comenzile sînt aplicate circuitului integrat de la o matrice realizată sub forma unei tastaturi de comandă. Matricea de comandă conține patru coloane, corespunzătoare terminalelor notate cu *Sa*, *Sb*, *Sc*, *Sd* și opt linii, notate cu *Z1*...*Z8*. Prin introducerea unor diode adiționale în matricea de comandă, numărul comenzilor posibil de transmis se poate dubla, de la 32 la 64.

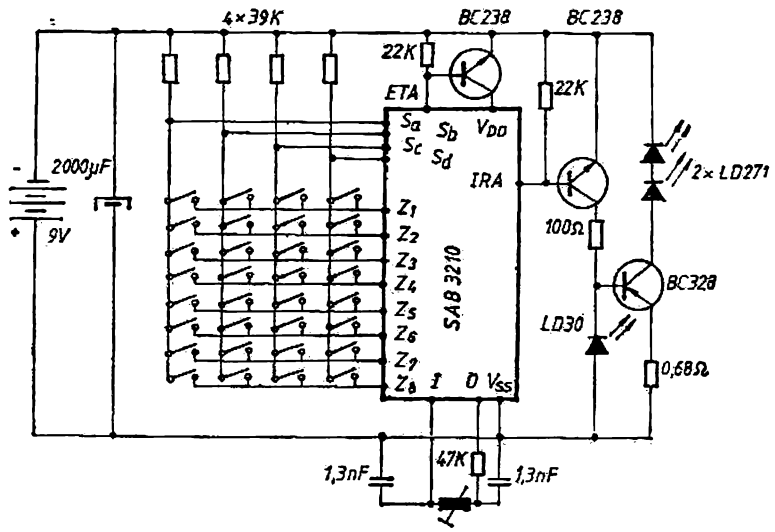

Fig. 1.20. Schema de principiu a unității de emisie echipate cu C.I. SAB 3210

Cu V_{SS} este notat terminalul la care se aplică tensiunea de alimentare care poate varia de la 5 la 16 V. Cu V_{DD} este notat terminalul care trebuie conectat la minusul sursei de alimentare. Montajul din fig. 1.20, realizat cu un tranzistor BC238 și cu baza conectată la terminalul notat cu ETA alimentează circuitul integrat, pe durata transmiterii unei comenzi, după care tranzistorul se blochează. În intervalul în care nu se transmite nici o comandă, tranzistorul se blochează pentru a proteja bateria de un consum inutil.

În fig. 1.21 sînt prezentate tensiunile pe terminalele C.I.SAB3210.

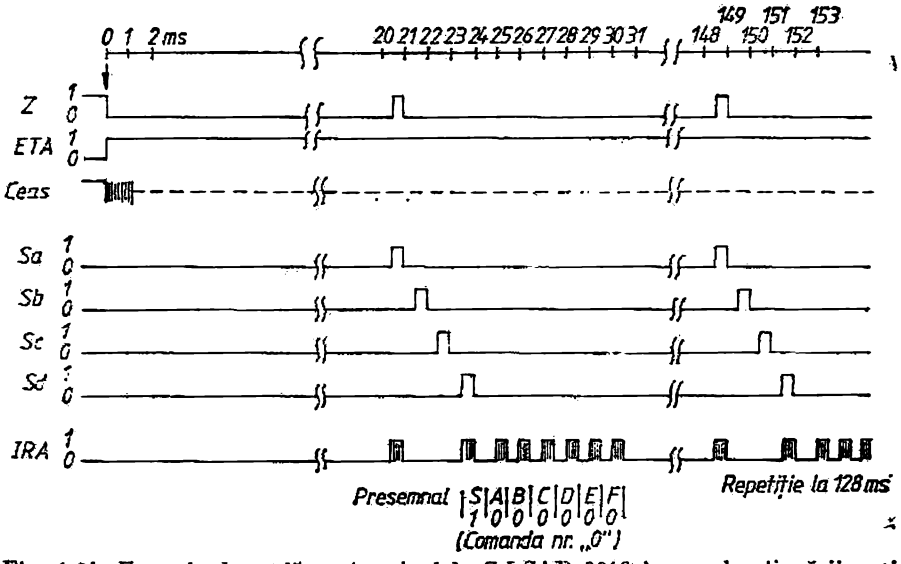

Fig. 1.21. Formele de undă pe terminalele C.I.SAB 3210 în cazul acționării unei taste de comandă.

La momentul $t = 0$ este apăsată tasta corespunzătoare coloanei Sa și liniei $Z1$ (comanda Nr. „0"). Tensiunea pe terminalul $Z1$ trece din poziția „1" în poziția „0". Tensiunea pe terminalul ETA trece din poziția „0". în poziția „1" și tranzistorul BC238, conectat cu colectorul la terminalul V_{DD} intră în saturație. Oscilatorul local începe să oscileze pe o frecvență de aproximativ 64 kHz. Această oscilație numită tensiune pentru ceas, este utilizată de circuitul integrat pentru declanșarea anumitor impulsuri pe terminalul de ieșire (IRA). Astfel după 20,5 ms apare un presemnal cu durata de 0,5 ms.

Acesta are rolul de a „anunța" că urmează o comandă. După 2,5 ms urmează comanda propriu-zisă, formată dintr-un bit pentru start și 6 biți care conțin informația comenzii, în cod binar. Bit-ul pentru start este de obicei „1", dar printr-o modificare internă a C.I. poate fi și „0". Comanda propriu-zisă durează 7 ms. Dacă tasta de comandă este menținută apăsată, comanda transmisă este repetată permanent la un interval de 128 ms, pînă la eliberarea tastei. Dacă apăsarea este foarte scurtă, comanda este obligatoriu repetată încă o dată.

Impulsurile pe ieșirea IRA au conținutul și forma prezentate în fig. 1.22, fiind de fapt o succesiune de 16 impulsuri cu frecvența de repetiție de 30 kHz. Acest „tren" de impulsuri are durata de aprox. 0,5 ms.

După terminarea comenzii de transmis, la eliberarea tastei de comandă, apare o comandă de sfîrșit, care „anunță" în cod, terminarea comenzii utile transmise.

În fig. 1.23 este prezentată forma comenzii de sfîrșit. În momentul eliberării tastei, tensiunea pe terminalul $Z1$ trece de la nivelul „0" la nivelul „1".

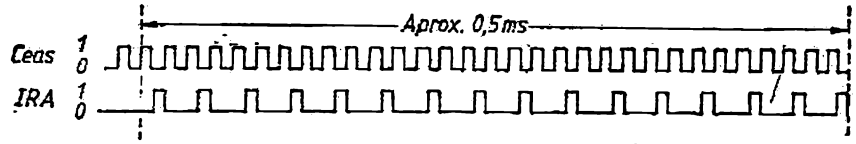

Fig. 1.22. Forma impulsului de comandă pe ieșirea C.I. SAB 3210.

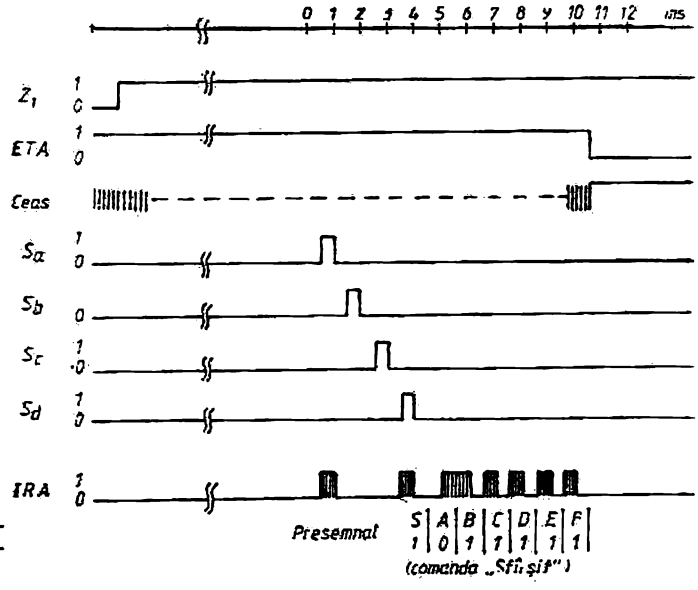

Fig. 1.23. Comanda pentru încheierea transmisiunilor.

Se continuă ultimul ciclu de 128 ms, în curs de derulare. După terminarea acestui ultim ciclu de comandă, după 0,5 ms apare presemnalul, cu durata de 0,5 ms. La un interval de 2,5 ms, după presemnal apare comanda de sfîrșit formată din bit-ul de start „1" și comanda propriu-zisă formată din 6 biți. Comanda „011111" este special destinată să indice terminarea ciclului. După 0,5 ms de la terminarea comenzii, se întrerupe alimentarea și oscilatorul de ceas iese din funcțiune.

În tabelul 1.4. sînt prezentate comenzile ce pot fi transmise de C.I. — SAB 3210. Comenzile de la 0 la 31 sînt comenzile de bază ce pot fi transmise cu montajul din fig. 1.20. Comenzile de la 32 la 59 sînt comenzi adiționale. Montajul tastaturii pentru obținerea a 60 de comenzi distincte, cu ajutorul CI SAB 3210 este prezentat în fig. 1.24. Se pot vedea 7 rînduri adiționale intercalate între cele 8 rînduri inițiale.

Semnalul de pe terminalul „IRA", comandă un tranzistor preamplificator și un tranzistor final BC 238. Acest tranzistor are în colector, două diode cu emisie în infraroșu. Fiecare impuls emis este format dintr-o suc-

Tabelul 1.4.

Comenzile furnizate de C.I. SAB 3210

Comenzile de bază								Extensie de comenzi							
Nr. c-dă	F	E	Cod D	C	B	A	Tastă	Nr. c-dă	F	E	D	Cod C	B	A	Tastă
0	0	0	0	0	0	0	1 a	32	1	0	0	0	0	0	81 a
1	0	0	0	0	0	1	1 b	33	1	0	0	0	0	1	81 b
2	0	0	0	0	1	0	1 c	34	1	0	0	0	1	0	81 c
3	0	0	0	0	1	1	1 d	35	1	0	0	0	1	1	81 d
4	0	0	0	1	0	0	2 a	36	1	0	0	1	0	0	82 a
5	0	0	0	1	0	1	2 b	37	1	0	0	1	0	1	82 b
6	0	0	0	1	1	0	2 c	38	1	0	0	1	1	0	82 c
7	0	0	0	1	1	1	2 d	39	1	0	0	1	1	1	82 d
8	0	0	1	0	0	0	3 a	40	1	0	1	0	0	0	83 a
9	0	0	1	0	0	1	3 b	41	1	0	1	0	0	1	83 b
10	0	0	1	0	1	0	3 c	42	1	0	1	0	1	0	83 c
11	0	0	1	0	1	1	3 d	43	1	0	1	0	1	1	83 d
12	0	0	1	1	0	0	4 a	44	1	0	1	1	0	0	84 a
13	0	0	1	1	0	1	4 b	45	1	0	1	1	0	1	84 b
14	0	0	1	1	1	0	4 c	46	1	0	1	1	1	0	84 c
15	0	0	1	1	1	1	4 d	47	1	0	1	1	1	1	84 d
16	0	1	0	0	0	0	5 a	48	1	1	0	0	0	0	85 a
17	0	1	0	0	0	1	5 b	49	1	1	0	0	0	1	85 b
18	0	1	0	0	1	0	5 c	50	1	1	0	0	1	0	85 c
19	0	1	0	0	1	1	5 d	51	1	1	0	0	1	1	85 d
20	0	1	0	1	0	0	6 a	52	1	1	0	1	0	0	86 a
21	0	1	0	1	0	1	6 b	53	1	1	0	1	0	1	86 b
22	0	1	0	1	1	0	6 c	54	1	1	0	1	1	0	86 c
23	0	1	0	1	1	1	6 d	55	1	1	0	1	1	1	86 d
24	0	1	1	0	0	0	7 a	56	1	1	1	0	0	0	87 a
25	0	1	1	0	0	1	7 b	57	1	1	1	0	0	1	87 b
26	0	1	1	0	1	0	7 c	58	1	1	1	0	1	0	87 c
27	0	1	1	0	1	1	7 d	59	1	1	1	0	1	1	87 d
28	0	1	1	1	0	0	8 a	60	1	1	1	1	0	0	88 a
29	0	1	1	1	0	1	8 b	61	1	1	1	1	0	1	88 b
30	0	1	1	1	1	0	8 c	62	1	1	1	1	1	0	88 c
31	0	1	1	1	1	1	8 d	63	1	1	1	1	1	1	88 d

— Comenzile 60 și 61 nu sînt utilizate
— Comanda 62 indică sfîrșitul ciclului de transmisie
— Comanda 63 nu se utilizează din cauza ambiguității codului bifazic

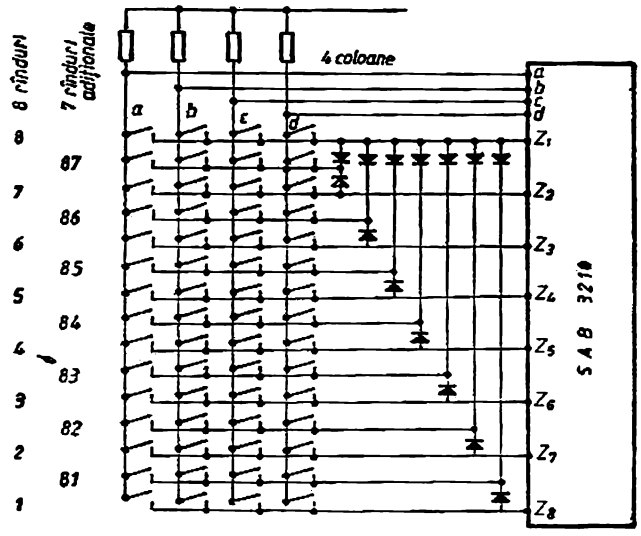

Fig. 1.24. Circuit pentru extinderea numărului de comenzi la C.I. — SAB 3210.

cesiune de 16 impulsuri cu durata de 7,8 μs și frecvența de repetiție de 30 kHz. În acest fel sînt posibil de atins intensități mari de emisie și deci distanțe mari de comandă, cu consum mic de energie.

1.3.1.2. Unitatea de recepție

În fig. 1.25 este prezentată schema de principiu a unității de recepție pentru telecomandă.

Semnalul emis de unitatea de emisie este captat de o diodă sensibilă în infraroșu (dioda BP 104). Dioda este montată în serie cu un circuit rezonant paralel, acordat pe frecvența de aprox. 32 kHz. Banda de frecvență a circuitului acordat este de 3 kHz la — 3 dB. Tranzistorul BC 416 C este un repetor pe emitor, care asigură o impedanță mare de intrare(pentru a nu

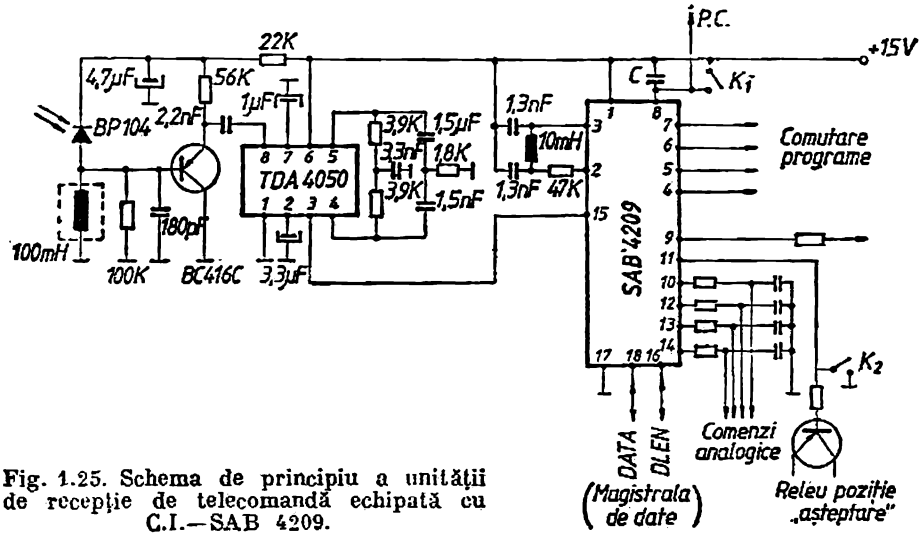

Fig. 1.25. Schema de principiu a unității de recepție de telecomandă echipată cu C.I.—SAB 4209.

amortiza circuitul acordat). În continuare semnalul este aplicat terminalului *8* al C.I. TDA 4050. Acesta este special construit să funcționeze ca preamplificator în unitatea de recepție pentru telecomandă. Amplificarea maximă a C.I. este de 98 dB și poate asigura o dinamică de reglaj automat al amplificării de 77 dB.

În circuitul de amplificare este intercalat un filtru selectiv RC în dublu T. Acest filtru, are frecvența centrală egală cu frecvența de rezonanță a circuitului acordat de intrare. Semnalul recepționat, amplificat este disponibil la terminalul *3* al C.I. TDA 4050 și aplicat la intrarea de semnal a circuitului integrat receptor al telecomenzii, SAB 4209.

C.I. SAB 4209 este un circuit MOS, realizat pentru prelucrarea semnalelor transmise de C.I. — SAB 3210. Circuitul integrat SAB 4209 este asemănător cu circuitul integrat SAB 3209.

Diferența dintre cele două circuite integrate este dată de numărul comenzilor analogice. C.I. SAB 3209 are trei ieșiri pentru comenzi analogice, iar C.I. SAB 4209 — patru ieșiri pentru comenzi analogice. Circuitul permite alegerea a 16 programe preprogramate.

Între terminalele *2* și *3* sînt conectate bobina și condensatoarele de acord ale oscilatorului de ceas. Frecvența de lucru, este egală cu cea a oscilatorului de ceas din unitatea de emisie (64 KHz).

Pe terminalul *15* al C.I. se aplică semnalul util, furnizat de preamplificatorul echipat cu TDA 4050. Forma semnalului de intrare este cea din fig. 1.21, pe teritoriul IRA. Acest semnal este format din trenuri de impulsuri cu frecvența de repetiție de 32 kHz și durata totală de 0,5 ms. Semnalul de intrare este repetat la fiecare 128 ms.

Semnalul de intrare este aplicat intern, registrului de intrare-ieșire (terminalele DLEN și DATA). În prezența unei comenzi sosite prin infraroșu tensiunile pe terminalele registrului de intrare — ieșire, funcționînd ca ieșire, sînt ca în fig. 1.26. Pe terminalul DATA semnalul este același cu rel recepționat, cu diferența că fiecare bit este în cod binar, obișnuit și nu în cod bifazic.

Registrul de intrare-ieșire poate fi utilizat și pentru aplicarea locală a unor comenzi. În această situație semnalele pe terminalele DLEN și DATA, arată ca în fig. 1.27. În lipsa oricărui semnal, pe terminalul DLEN, tensiu-

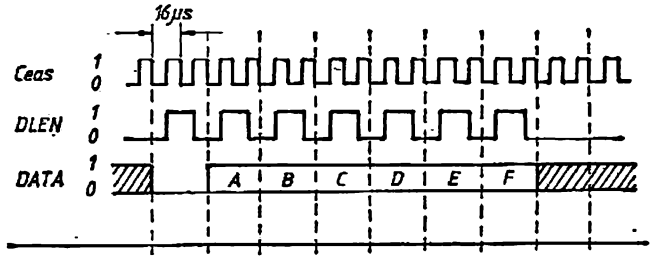

Fig. 1.26. Forma impulsurilor pe terminalele DATA și DLEN pentru funcționarea ca ieșiri de comandă.

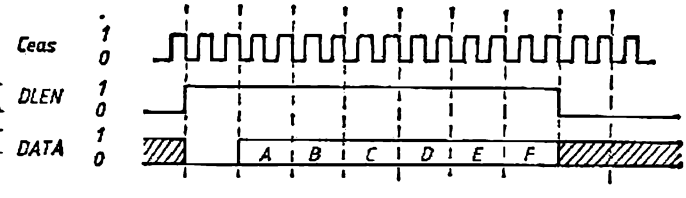

Fig. 1.27. Forma impulsurilor pe terminalele DATA și DLEN pentru funcționarea ca intrări de comandă.

nea este zero, corespunzătoare nivelului „0" În momentul în care apar informații pe terminalul DATA, tensiunea pe terminalul DLEN trece pe nivelul „1", anunțînd începerea transmiterii informațiilor pe terminalul DATA. Comanda pe terminalul DATA este secvențială și are forma din fig. 1.19*a*.

Semnalele aplicate local, direct registrului de intrare-ieșire, au prioritate față de semnalele transmise de la distanță.

CI.SAB 4209 are posibilitatea efectuării a patru reglaje analogice. Comenzile pentru reglajele funcțiunilor analogice sînt conținute în memoria circuitului integrat. Reglajul se efectuează în aprox. 60 de pași. Viteza de modificare este de aprox. 8 Hz (1 pas la 128 ms). Valoarea analogică a tensiunii de comandă apare ca o componentă medie a unei sucesiuni de impulsuri cu frecvența de repetiție de 1 kHz.

Componenta medie se obține după trecerea semnalului printr-un filtru trece jos. În fig. 1.25 filtrele trece jos sînt conectate la terminalele 10, 12, 13 și 14.

Comenzile pentru cele 16 programe, care pot fi comutate, sînt memorate intern în circuitul integrat. După sosirea unei comenzi care se referă la selectarea unui program preacordat, comanda, din formă secvențială, se transformă într-o comandă simultană pe cele patru ieșiri de programe PRGA, PRCB, PRGC, și PRGD. Comenzile utilizate pentru programe sînt comenzile de la 16 la 31 din tabelul 1.4. Caracteristic pentru aceste 16 comenzi sînt nivelele „0" pentru bit-ul „F" și „1" pentru bit-ul „E". În fig. 1.28 este prezentat modul în care apar comenzile pe ieșirile pentru comanda programelor (terminalele 4, 5, 6, și 7). Semnalul aplicat la intrarea circuitului integrat corespunde comenzii 22 (programul 6). După un timp necesar prelucrării comenzii, semnalul apare pe terminalul DATA. Acest semnal este prelucrat în registrul de instrucțiuni. Tensiunile pe ieșirile *A*, *B*, *C* și *D* vor corespunde comenzii transmise. Astfel, ieșirea *A* pentru control program, indiferent de situația anterioară „0" sau „1". comută pe „0". Ieșirea *B*

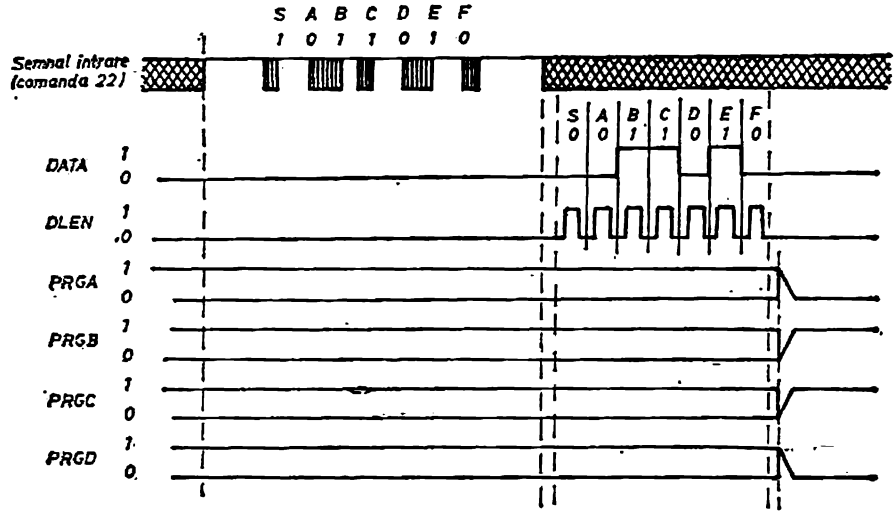

Fig. 1.28. Forma tensiunilor pe ieșirile de comandă programe. pentru comanda Nr. 22. corespunzătoare programului 6.

comută pe starea „1", ieșirea *C* comută pe starea „1", iar ieșirea *D* comută pe starea „0".

Se poate vedea că instrucțiunea transmisă secvențial se transformă într-o instrucțiune simultană pe ieșirile de control program *A*, *B*, *C*, *D*.

Ieșirile pentru control programe pot fi utilizate și ca intrări de comandă.

La sosirea unei comenzi pentru comutarea programului, pe terminalul *8*, (notat P.C.) al C.I. apare un impuls pozitiv, după aprox. 128 ms de la apariția comenzilor pe terminalele *A*, *B*, *C* și *D*. Odată cu apariția comenzii pentru comutarea programului, pe calea de reglaj volum apare o comandă de blocare a sunetului (muting). Flancul posterior al impulsului integrat, (pe condensatorul *C*), care apare pe terminalul *8*, comandă deblocarea căii de sunet. Pe terminalul *8* se pot aplica comenzi locale, pentru schimbarea programului, folosind terminalul C.I., ca intrare de comandă. Prin introducerea unui comutator, notat cu *K1* (fig. 1.25), aplicarea unui impuls pozitiv de comandă, va avea ca efect comutarea ieșirilor de control programe pe programul următor, celui existent. Astfel, prin acționări repetate ale comutatorului *K1*, programul este schimbat pas cu pas, în ordinea dată în tabelul 1.4. (comenzile *16—31*). La orice comandă de schimbare a programului, calea de sunet este blocată, și restabilită după un anumit timp, suficient pentru stabilizarea funcționării pe noul program. Această comandă este notată cu PC.

Pe terminalul *9* starea normală este „0". La comanda primită corespunzător numărului de comandă *7*, din tabelul 1.4., ieșirea basculează în starea „1". În această stare comenzile care vor fi prelucrate sînt acceptate numai pe intrarea DATA.

Registrul intrare-ieșire este comutat pe funcțiunea intrare.

Pe terminalul *11* apare comanda pentru pornirea și oprirea receptorului aflat în poziție de așteptare (stand-by). Prelucrarea semnalului pentru comutarea programului a fost prezentată și este asemănătoare cu cea din fig. 1.8.

Tabelul 1.5.

Terminalele C.I.—SAB 4209

Nr. terminal	FUNCȚIUNE
1.	V_{SS} — alimentare plus
2.	Ieșire ceas CLCKO
3.	Intrare ceas CLCKI
4.	Ieșire D control program (PRGD)
5.	Ieșire C control program (PRGC)
6.	Ieșire B control program (PRGB)
7.	Ieșire A control program (PRGA)
8.	Intrare/Ieșire schimbare program (PC)
9.	Comandă rezervă
10.	Reglaj volum — ieșire
11.	Pornit/Oprit — ieșire
12.	Reglaj — contrast — ieșire
13.	Reglaj — Strălucire — ieșire
14.	Reglaj — saturație — culoare — ieșire.
15.	Intrare semnal
16.	Comandă intrare/ieșire date (DLEN)
17.	V_{DD} — alimentare minus
18.	Intrare/Ieșire date (DATA)

1.3.2. Sistemul de codificare a impulsurilor în poziție

Acest sistem de transmitere a comenzilor la distanță este o variantă a telecomenzilor cu modularea în cod a impulsurilor. Elementele codului binar sînt reprezentate de duratele dintre două impulsuri succesive.

Vom prezenta în continuare o telecomandă realizată cu circuitele integrate fabricate de firma Philips — SAB 3011, emițător, și SAB 3022, receptor. Telecomanda cuprinde în principal următoarele componente:

— emițătorul de telecomandă
— preamplificatorul de infraroșii
— comanda locală
— receptorul de telecomandă

Sistemul realizat cu circuitele integrate, mai sus amintite, este un sistem complex, care permite afișarea canalului recepționat, căutarea automată a posturilor, etc. Vom prezenta numai partea de telecomandă.

În fig. 1.29 este prezentată schema bloc a părții de telecomandă realizată cu circuitele integrate SAB 3011 și SAB 3022. Există trei căi prin care receptorul poate primi comenzile:

a) prin telecomandă se pot transmite comenzile pentru 16 programe (cifrele de la 1 la 16), volum, saturație, strălucire, contrast, fiecare cu plus și minus, *PC* (schimbare canal pas cu pas), canal, reglaje pe poziția normal, fără sunet (muting) și poziția de așteptare (stand-by).

b) prin comanda locală se pot introduce comenzile pentru volum, strălucire, saturație, CAF, căutarea postului, canal, memorie, PC (schimbare canal pas cu pas).

c) ieșirea „OPRIT" a C.I. SAB 3022 comandă un releu care acționează un întrerupător pentru tensiunea de rețea de alimentare a televizorului. Dacă această ieșire este în starea „1" (aparat deconectat) și este trecută în starea „0" prin intermediul comutatorului de rețea, rămîne în starea „0" În acest fel, la acționarea întrerupătorului de rețea, aparatul pornește și nu rămîne în poziția de așteptare (stand-by).

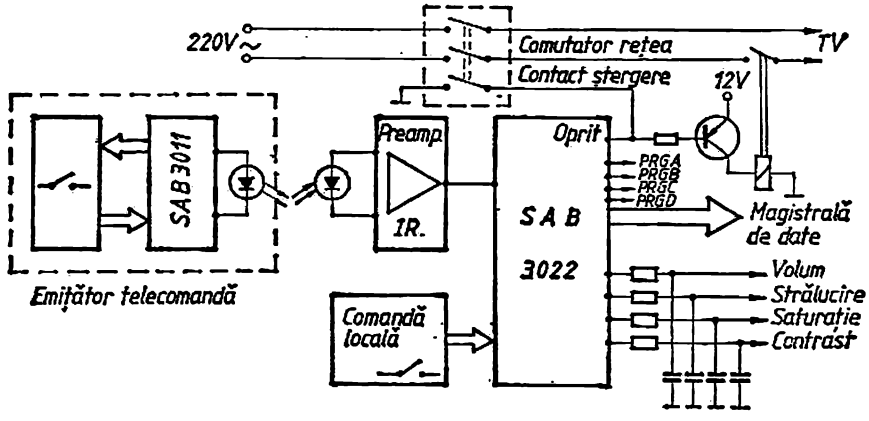

Fig. 1.29. Telecomandă echipată cu C..I — SAB 3011 și SAB 3022.

1.3.2.1. Emițătorul de telecomandă

În fig. 1.30 este prezentată schema de principiu a emițătorului de telecomandă. C.I. SAB 3011 are opt intrări — senzor, notate de la SEN 0 la SEN 7 și opt ieșiri driver, notate de la DRV 0 la DRV 7. Dacă nu este acționată nici o tastă, toate intrările-senzor sînt în starea „1". Toate ieșirile driver sînt în poziția de repaus în starea „0". La acționarea unei taste, ieșirea driver corespunzătoare rămîne în starea „0", în timp ce toate celelalte ieșiri — driver basculează în starea „1".

La acționarea unei taste, pornește oscilatorul, care lucrează pe o frecvență de 4 MHz. Pe ieșirea de semnal REMO, apare un „cuvînt" format din 7 biți. Elementele codului binar sînt intervalele diferite de timp dintre impulsuri. În fig. 1.31 este prezentată forma semnalului de ieșire pentru comanda „0110110". Impulsurile, pentru transmisia în infraroșu, sînt formate dintr-o succesiune de 6 impulsuri dreptunghiulare, cu durata de 14 μs și perioada de repetiție de 28 μs. Acest tren de impulsuri se mai numește și „burst". Durata unui impuls „burst" este de 154 μs. Distanța între două trenuri de impulsuri are două valori, funcție de elementul de cod binar ce se dorește a fi transmis. Intervalul de 5,1 ms, notat cu t_{D0}, corespunde stării „0", iar intervalul de 7,2 ms, notat cu t_{D1}, corespunde stării „1". Bit-ul de start este totdeauna „0", după care urmează 6 biți pentru informația ce trebuie transmisă.

Cît timp tasta de comandă rămîne apăsată, pe ieșirea „REMO" apare permanent informația de transmis, sub forma unui cuvînt de 7 biți, care se repetă continuu, dar nu mai puțin de două ori. Între două cuvinte distanța

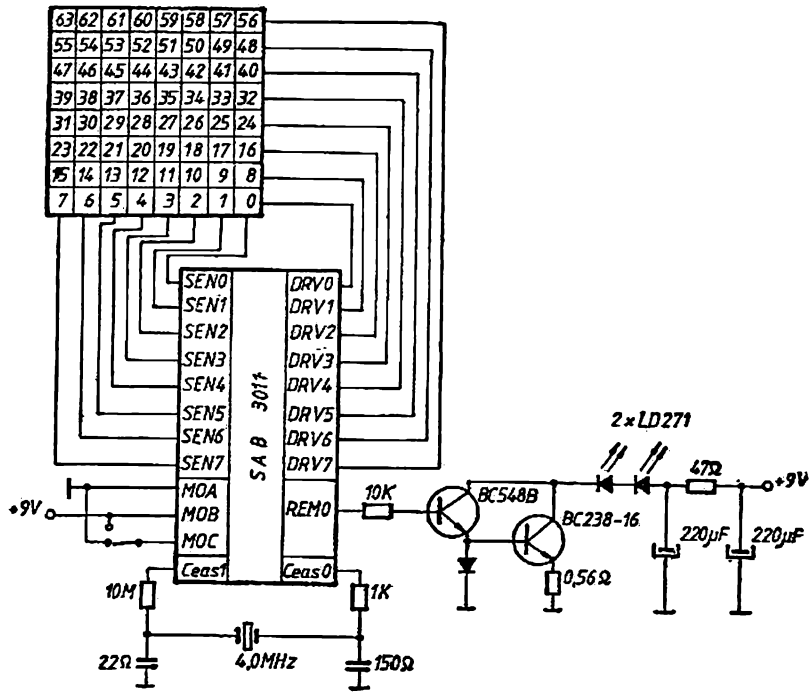

Fig. 1.30. Unitate de emisie în infraroșu echipată cu C.I. SAB 3011.

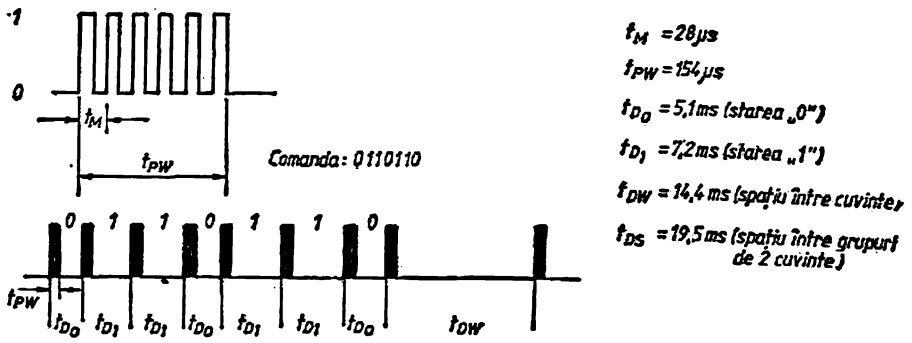
1
0
t_M
t_{PW}
Comanda: 0110110
0 1 1 0 1 1 0
t_{PW}
t_{D0} t_{D1} t_{D1} t_{D0} t_{D1} t_{D1} t_{D0} t_{DW}
t_M = 28 μs
t_{PW} = 154 μs
t_{D0} = 5,1 ms (starea „0")
t_{D1} = 7,2 ms (starea „1")
t_{DW} = 14,4 ms (spațiu între cuvinte)
t_{DS} = 19,5 ms (spațiu între grupuri de 2 cuvinte)

Fig. 1.31. Alcătuirea unui semnal de comandă utilizînd modulația impulsurilor în poziție.

este de 14,4 ms(t_{DW}). Grupurile de cîte două cuvinte sînt separate de un interval de 19,5 ms (t_{DS}).

După eliberarea tastei de comandă, sau automat după prima repetare, circuitul trece în starea de repaus. Oscilatorul iese din funcțiune, iar curentul absorbit din sursă este foarte mic.

Curentul prin diodele emițătoare în infraroșu este de aproximativ 1 A. Acest curent nu circulă decît pe durata scurtă de 14 μs a impulsurilor din „burst". Sursa pentru vîrfurile acestea de curent este un condensator de 220 μF. Pe durata pauzei dintre impulsuri acest condensator se încarcă prin rezistența de 47 de Ohmi, de la sursa de +9 V.

În tabelul 1.6. sînt prezentate 29 din cele 64 de comenzi posibile. Aceste 29 de comenzi sînt transmise prin telecomandă. Intrările *MOA*, *MOB* și *MOC* programează modul de lucru al circuitului emițător. Astfel starea „0" pe intrarea *MOC* face ca bit-ul de start pentru orice informație să fie „0". Trecerea intrării *MOC* în starea „1", modifică bit-ul de start, care va fi în această situație „1". Folosindu-ne de această proprietate a C.I.-SAB 3011, prin comutarea tensiunii pe intrarea *MOC* se pot transmite în total $2 \times 64 = 128$ de comenzi diferite.

Modurile de lucru sînt patru, și anume:
— transmisie prin ultrasunete (*MOA* = „1"; *MOB* = „0");
— transmisie prin infraroșii (*MOA* = „0", *MOB* = „1");
— comandă locală (*MOA* = „1", *MOB* = „1");
— test (*MOA* = „0", *MOB* = „0").

Fiecare mod de lucru generează pe ieșirile de semnal o comandă cu formă specifică transmisiei. Formele de undă din fig. 1.31 corespund funcționării pentru transmisia prin infraroșii, cu bit-ul de start „0".

1.3.2.2. Senzorul de infraroșii și preamplificatorul

Semnalul sosit este detectat de o fotodiodă sensibilă în infraroșu și amplificat de un amplificator diferențial aflat în C.I. TDB 1033. Acest circuit integrat a fost dezvoltat pentru funcția de preamplificator și demodulator pentru semnalul transmis prin telecomandă.

Tabelul 1.6

Răspunsul C.I.—SAB 3022 la comenzile transmise prin telecomandă şi comenzile locale

Nr. c-dă	Comanda	Telecomandă S D	Comandă locală E D C B A	Răspuns SAB 3022
0	Normal	0 0		Comenzile analogice iau valorile medii.
1	Sunet stop (Muting)	1 0	1 1 1 0 0	Aparat pornit — muting
2	Aşteptare (Stand by)	2 0	1 1 0 1 1	Aparat oprit — aşteptare
16	Program 16	0 2		Aparat pornit
17	Program 1	1 2	0 0 0 1 0	Aparat pornit
18	Program 2	2 2		Aparat pornit
19	Program 3	3 2		Aparat pornit
20	Program 4	4 2		Aparat pornit
21	Program 5	5 2		Aparat pornit
22	Program 6	6 2		Aparat pornit
23	Program 7	7 2		Aparat pornit
24	Program 8	0 3		Aparat pornit
25	Program 9	1 3		Aparat pornit
26	Program 10	2 3		Aparat pornit
27	Program 11	3 3		Aparat pornit
28	Program 12	4 3		Aparat pornit
29	Program 13	5 3		Aparat pornit
30	Program 14	6 3		Aparat pornit
31	Program 15	7 3		Aparat pornit
32	P.C.	0 4	1 0 1 1 0	Comutare program pas cu pas
34	Canal	2 4	1 0 0 0 0	Aparat pornit
40	Volum +	0 5	1 1 0 0 1	Comandă analogică, volum creşte
41	Volum —	1 5	1 1 0 0 0	Comandă analogică, volum scade
42	Strălucire +	2 5	1 0 1 0 1	Comandă analogică, strălucire creşte
43	Strălucire —	3 5	1 0 1 0 0	Comandă analogică, strălucire scade
44	Saturaţie +	4 5	1 0 0 1 1	Comandă analogică, saturaţie creşte
45	Saturaţie —	5 5	1 0 0 1 0	Comandă analogică, saturaţie scade
46	Contrast +	6 5	0 1 0 1 1	Comandă analogică, contrast creşte
47	Contrast —	7 5	0 1 0 1 0	Comandă analogică, contrast scade

În fig. 1.32 este prezentată schema de principiu a etajului preamplificator. Repetorul pe emitor echipat cu tranzistorul BC 558 asigură o impedanţă mare de intrare pentru adaptarea la impedanţa fotodiodei.

Circuitul integrat TDB 1033 conţine trei etaje amplificatoare, dintre care, primele două sînt cu amplificare reglabilă. Un circuit intern, de reglaj automat al amplificării, menţine nivelul semnalului la ieşire constant, într-un domeniu larg de variaţie a nivelului semnalului de intrare. C-I. conţine un circuit intern pentru detecţie sincronă. Circuitul acordat, conectat între terminalele 8 şi 9 este acordat pe frecvenţa de 35,7 kHz.

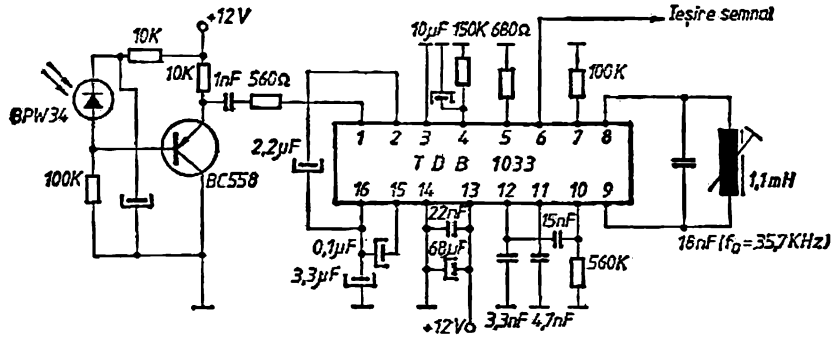

Fig. 1.32. Preamplificatorul unității de recepție pentru telecomanda cu transmiterea informațiilor în infraroșu.

1.3.2.3. Receptorul echipat cu SAB 3022

SAB 3022 este un circuit integrat N-MOS. El este realizat pentru recunoașterea și decodarea comenzilor furnizate de C.I. SAB 3011, pentru transmisia în infraroșu. Circuitul integrat are patru memorii pentru asigurarea controlului a patru funcțiuni analogice și cinci intrări utilizate pentru comenzile locale.

În fig. 1.33 este prezentată schema de principiu a unei unități de recepție echipate cu C.I. SAB 3022.

Semnalul de intrare este decodat și stocat pe durata a două comenzi consecutive identice.

Dacă magistrala de date (terminal 13 — DATA, terminal 14, DLEN) nu este ocupată de o altă comandă, comanda recepționată este aplicată pe această cale, secvențial, sistemului. În cazul unei comenzi pentru reglajul unei funcțiuni analogice, rezultă o modificare pe una din ieșirile analogice.

În cazul primei puneri în funcțiune a receptorului, reglajul de volum are un nivel de 30%, iar celelalte trei ieșiri analogice cu nivelele la 50%.

Circuitul integrat conține patru memorii cu 64 de pași pentru funcțiunile analogice. Pe ieșiri apare un semnal cu frecvența de repetiție de aproximativ 1 kHz și factor de umplere variabil de la 0 la 63 : 64. La o comandă continuă semnalul își modifică factorul de umplere la un interval de 115 ms. Pentru parcurgerea întregului ciclu este nevoie de 7,2 secunde. Conversia digital-analogică se face prin intermediul unor filtre trece jos RC.

Semnalul recepționat este decodat intern și aplicat registrului de instrucțiuni. Din registrul de instrucțiuni semnalul este orientat spre magistrala de date, unde este regăsit un cod binar și în același timp spre memoria funcțiunilor analogice, memoria programelor și etajul de comandă a funcțiunilor speciale.

Cele cinci intrări LOC *A*, LOC *B*, ... LOC *E*, sînt utilizate pentru aplicarea comenzilor locale. Tastatura de comandă realizează direct codificarea binară a comenzii, ca în exemplul din fig. 1.8, cu observația că se poate merge pînă la 31 de comenzi distincte. Comenzile locale, aplicate sub forma unei informații simultane, formate din 5 biți, se transformă într-o comandă secvențială, se aplică registrului de instrucțiuni și iau calea normală a comenzilor primite de la distanță.

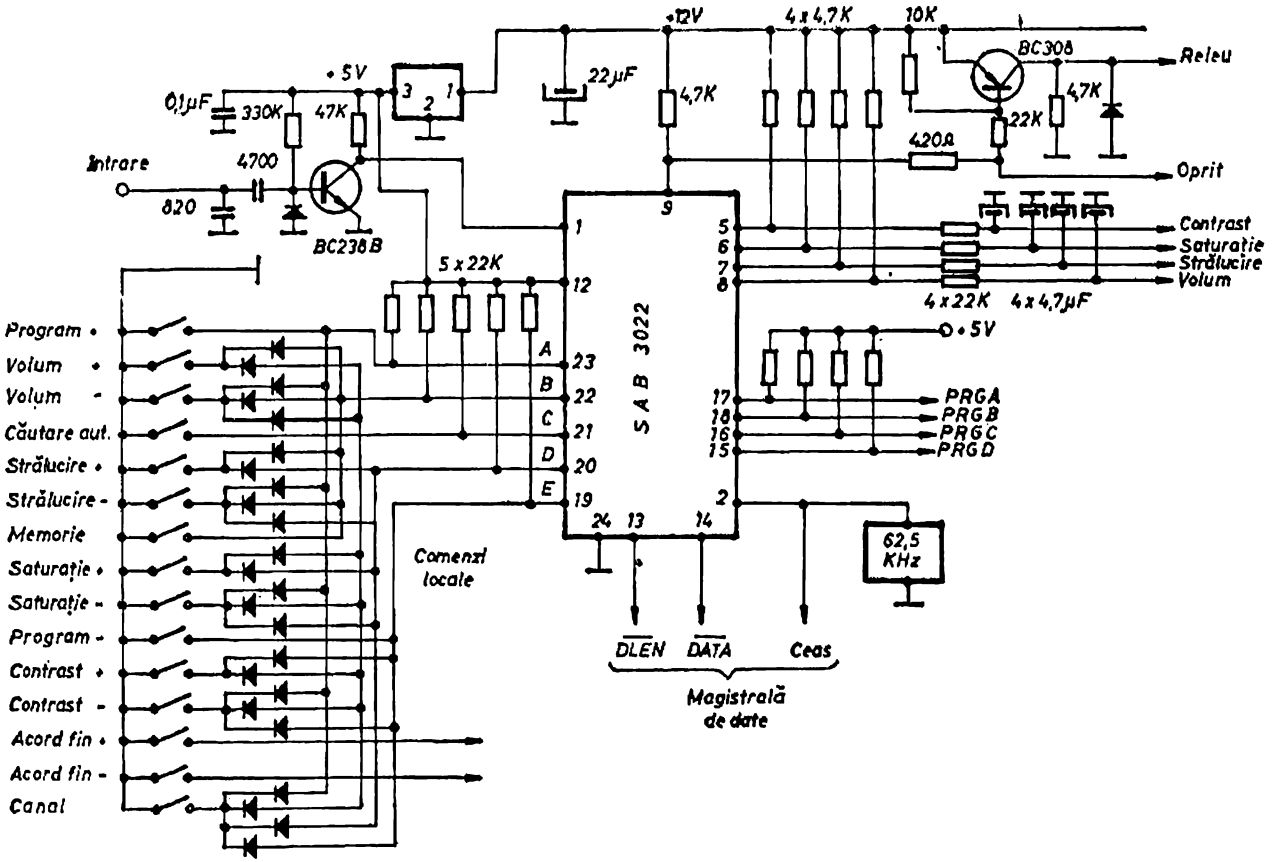

Fig. 1.33. Schema de principiu a unității de recepție echipate cu C.I.—SAB 3022.

În cazul în care receptorul are un bloc programator, ieşirile PRG4,... PRGD sînt utilizate pentru comanda electronică a comutării programelor. În această situaţie comenzile de programare sînt decodificate cu ajutorul unui circuit asemănător cu cel prezentat în fig. 1.8(C.I.-MO 54).

În cazul în care receptorul este dotat cu un circuit de acord automat, cu memorie, comenzile pentru programe sînt preluate de pe magistrala de date. Comenzile nr. 36 (program +) şi 37 (program —) dau posibilitatea comutării programului, pas cu pas, parcurgîndu-se comenzile de la nr. 16 la 31 în ambele sensuri. Pentru prima comandă sensul de parcurgere este de la comanda 16 spre 31, iar pentru comanda 37, de la comanda 31 spre 16.

C.I. SAB 3022 realizează simultan cu comutarea programului şi comanda de oprire, a sunetului (muting) pentru timpul necesar stabilizării funcţionării receptorului pe noul program.

Comanda „Canal" aduce receptorul în situaţia de recepţionare a programului 1, preprogramat.

Capitolul 2

Parametrii radioreceptoarelor şi metode de măsurare

2.1. Generalităţi

Radioreceptoarele existente în prezent în exploatare sînt deosebit de variate ca realizare practică şi performanţe electrice. Pentru a putea face comparaţii între diferitele tipuri de radioreceptoare, au fost definiţi anumiţi parametri funcţionali. În acest fel se pot face departajări calitative între produsele comparate. În prezent marea majoritate a radioreceptoarelor sînt de tip superheterodină.

Emisiunile recepţionate sînt sau cu modulaţie de amplitudine sau cu modulaţie de amplitudine şi modulaţie de frecvenţă. Domeniul de frecvenţe recepţionat se întinde de la 150 kHz (UL) pînă la 108 MHz (UUS-CCIR). Condiţiile de exploatare sînt foarte variate, iar utilizatorii au posibilitatea de a compara între ele performanţele mai multor radioreceptoare.

În continuare vom prezenta principalii parametri funcţionali ai radioreceptoarelor şi metodele de măsurare corespunzătoare. În tabelul 12.1 sînt date valorile acestor parametri conform STAS 7711-72.

În timpul măsurărilor vor fi evitate condiţiile de lucru sau operaţiile care pot conduce la deteriorarea receptorului sau a dispozitivelor semiconductoare pe care acestea le conţin. Dacă se înlătură capacul de protecţie pot deveni accesibile părţi care sînt direct conectate la reţea. Se recomandă, pentru protecţia personalului care efectuează măsurările, ca echipamentul să fie conectat la reţea prin intermediul unui transformator separator, al cărui secundar are dublă izolare.

Trebuie să se verifice că utilizarea transformatorului separator nu influenţează proprietăţile receptorului de măsurat.

Receptoarele susceptibile a fi alimentate de la diferite tipuri de surse de energie, vor fi supuse măsurărilor, alimentîndu-se pe rînd la fiecare din aceste surse.

Verificarea consumului radioreceptorului constă în măsurarea puterii sau a curentului în diferite condiţii de funcţionare:

— fără semnal de radiofrecvenţă la intrare;

— cu un semnal de radiofrecvenţă la intrare, modulat 30% cu frecvenţa de referinţă normalizată. Radioreceptorul va furniza puterea de ieşire de referinţă;

— cu un semnal de radiofrecvenţă modulat 30% cu frecvenţa de referinţă normalizată. Radioreceptorul va furniza 40% din puterea de refe-

Tabelul 2.1.

Nr. crt.	Parametrul	Game de unde	U/M	RR staționar cu tranzistoare Valoare pentru clasa de calitate I	II	III	IV	RR portabil cu tranzistoare Valoare pentru clasa de calitate I	II	III	RR auto Valoare pentru clasa de calitate I	II	III
1	Sensibilitatea limitată de zgomot, pentru o putere de ieșire standard și un raport *S/Z* de 20 dB (MA) sau 26 dB (MF) pe o impedanță de 300 ohmi pentru UUS și 75 ohmi pentru RR auto.												
	— la borna de antenă exterioară, mai bună de:	UL	uV	100	150	200	300	—	—	—	150	150	200
		UM		50	100	150	250	—	—	—	50	50	120
		US		50	100	200	300	100	150	250	50	50	100
		UUS		5	10	30	—	8	15	30	5	5	10
	— cu antena interioară de ferită mai bună de:	UL	mv/m	1	1,5	3	3,5	1	2	3	—	—	—
		UM		0,5	1	2	2,5	0,5	1	2	—	—	—
2	Selectivitatea la un dezacord de ±9 kHz (MA) și 300 kHz (MF)	UL UM US	dB	36	30	22	16	36	30	22	32	32	26
		UUS	dB	36	26	18	—	32	26	18	32	32	26

Tabelul 2.1 (continuare)

Nr. crt.	Parametrul	Game de unde	U/M	RR staționar cu tranzistoare Valoare pentru clasa de calitate I	II	III	IV	RR portabil cu tranzistoare Valoare pentru clasa de calitate I	II	III	RR auto Valoare pentru clasa de calitate I	II	III
3	Eficacitatea RAA pentru o variație de 10 dB la ieșire.	UL UM US	dB	50	40	36	26	50	40	30	60	50	46
4	Atenuarea semnalului cu modulație de amplitudine parazită.	UUS	dB	40	35	30	—	40	35	30	—	—	—
5	Putere de ieșire maximă utilă, pentru un factor de distorsiuni de 10% la 1000 Hz, măsurat pe întregul lanț de amplificare.		W	4	2	1	0,3	1	0,5	0,25	4	3	2
6	Caracteristica de frecvență a întregului lanț de amplificare, la redarea acustică, cu o neuniformitate de:	UL UM US	Hz	80 4000	160 3150	200 2500	— —	160 4000	200 3150	315 2500			
	14 dB pentru $f > 250$ kHz 18 dB pentru $f < 250$ kHz	UUS		80 10000	160 8000	200 5000	— —	160 7100	200 6300	315 5000			

rință. Măsurarea este valabilă numai pentru receptoarele echipate cu etaj final de audiofrecvență contratimp clasă B.

— cu un semnal de radiofrecvență la intrare, radioreceptorul furnizînd puterea de ieșire maximă utilizabilă. Dacă este necesar, gradul de modulație poate fi ridicat pînă la 100%.

Măsurările trebuie repetate pentru tensiuni de alimentare de la rețea de ±10%, iar pentru alimentările de la baterii, la supratensiunile și subtensiunile indicate de producător. În general, ca indicație a reglajului corect este folosită puterea de ieșire.

Organele de reglaj de ton vor fi reglate pentru a obține un răspuns liniar în toată banda de audiofrecvență. Răspunsul menționat este fie cel electric, fie cel elctroacustic.

Organele de comandă pentru selectivitate vor fi reglate pentru obținerea celei mai largi benzi posibile de radiofrecvență.

Reglajul organului de comandă pentru balans trebuie să corespundă obținerii echilibrului la ieșirea canalelor stereofonice.

Pentru a ușura compararea rezultatelor, alegerea frecvențelor audio pentru măsurarea parametrilor radioreceptoarelor trebuie limitată la un număr minim de frecvențe, care sînt: 16 Hz; 31,5 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1 000 Hz; 2 000 Hz; 4 000 Hz; 8 000 Hz; 16 000 Hz.

Frecvența-standard de referință pentru toate măsurările în audiofrecvență și reglaje este 1 000 Hz.

Sarcina artificială standardizată este rezistența egală cu modulul impedanței la 1 000 Hz prezentate de difuzor.

În cadrul măsurărilor parametrilor electrici ai radioreceptoarelor se impune, în majoritatea cazurilor, nivelul puterii de ieșire în audiofrecvență. În continuare vom defini mai multe valori ale puterii de ieșire.

Puterea de ieșire maxim utilizabilă, la o frecvență dată, este valoarea puterii de ieșire pentru care distorsiunea semnalului la ieșire atinge o valoare prestabilită. Astfel, distorsiunea de neliniaritate, limită, este de 10%. Puterea de ieșire de referință este o putere inferioară cu 10 dB puterii maxime utilizabile în aceleași condiții de măsură.

Puterea de ieșire standardizată este una din valorile următoare, corespunzătoare puterilor maxime utilizabile menționate:

$$\begin{aligned} &1\ \text{mW} \\ &5\ \text{mW} \quad \text{pentru} \quad P_M < 0{,}1\ \text{W} \\ &50\ \text{mW} \quad \text{pentru} \quad 0{,}1\ \text{W} < P_M < 1\ \text{W} \\ &500\ \text{mW} \quad \text{pentru} \quad 1\ \text{W} < P_M \end{aligned}$$

2.1.1. Circuite de intrare de radiofrecvență

Antena artificială este circuitul care în timpul măsurării înlocuiește antena de recepție și cablul de coborîre, avînd parametrii echivalenți ai acestora.

Pentru măsurări cu semnale MA (UL, UM, US), în cazul radioreceptoarelor cu intrare asimetrică, se utilizează antena artificială din fig. 2.1.

Pentru radioreceptoarele cu antene magnetice interioare (UL și UM) se utilizează antena cadru artificial, prezentată în fig. 2.2. Antena cadru artificială, se compune dintr-un cadru ecranat, conectat prin intermediul unui rezistor în serie și a unui cablu coaxial, la o sursă de radiofrecvență cu tensiunea electromotoare cunoscută. Cadrul este format din trei spire

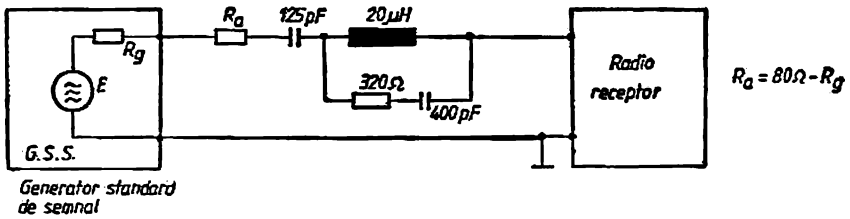

Fig. 2.1. Antenă artificială utilizată pentru aplicarea semnalului de intrare, radioreceptoarelor cu intrare asimetrică.

de cupru de 0,8 mm, izolate. Spirele sînt plasate în interiorul unui tub de cupru cu diametrul de 10—12 mm, în formă de cerc, cu diametrul mediu egal cu 0,25 m. Pentru a evita scurtcircuitarea tubului, acesta are o crestătură izolată, diametral opusă părții conectate la masă. Inductanța cadrului este de aproximativ 7,5 μH. Un rezistor plasat într-o mică cutie la baza cadrului, este conectat între extremitatea spirelor neconectate la masă și conductorul central al cablului coaxial de legătură la generator. Cablul coaxial trebuie să aibă o lungime de 1,2 m și o capacitate totală de 120 pF. Cablul se conectează la generator printr-o mufă coaxială ecranată. Antena magnetică, căreia i se aplică cîmpul, trebuie plasată în raport cu antena cadru artificială în poziția din figură.

Pentru o distanță $d = 0{,}6$ m și o valoare a lui R, astfel ca $R_i + R = 409$ ohm, intensitatea cîmpului în dreptul antenei magnetice cu ferită va fi:

$$F = 0{,}05E' \ \mu V/m$$

În figura 2.3 este prezentat un exemplu de antenă artificială simulînd o antenă pentru autoturisme în formă de vergea.

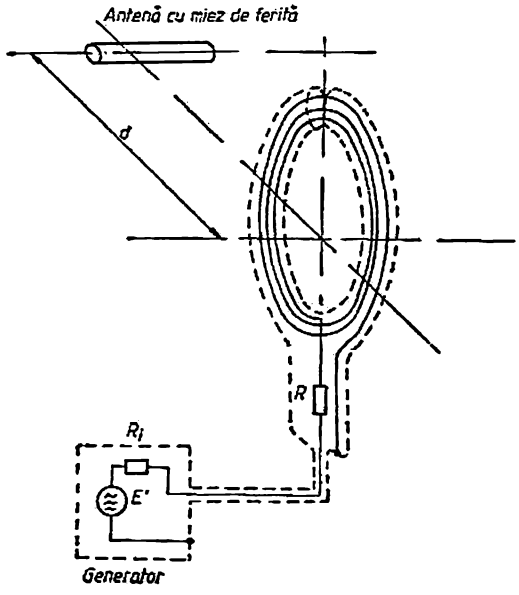

Fig. 2.2. Antenă cadru artificială, utilizată pentru aplicarea semnalului de intrare, radioreceptoare cu antene interioare pe ferită.

Pentru radioreceptoarele care recepționează emisiuni MF, generatorul de semnal se conectează la intrarea radioreceptorului prin intermediul unei rețele, care trebuie să asigure adaptarea impedanței și simetria necesară. În fig. 2.4 este prezentat modul de adaptare al unui generator de semnal cu ieșire asimetrică la intrarea simetrică a unui radioreceptor prin intermediul unui transformator adaptor-simetrizor.

Gradul de modulație standard trebuie să fie de 30% pentru semnalele MA. Indicele de modulație standard pentru semnalele MF este de 30 % și corespunde unei deviații de frecvență de 15 kHz.

În funcție de tipul de radioreceptor considerat și tipul de circuit de intrare folosit, se

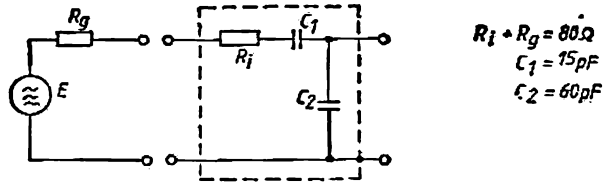

Fig. 2.3. Antenă artificială, simulînd antena în formă de vergea, pentru autoturisme.

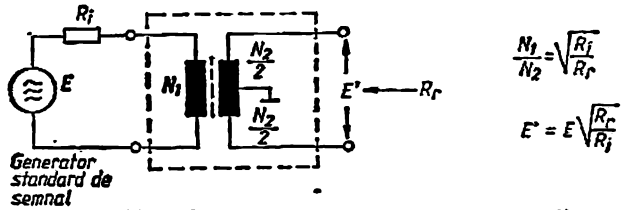

Fig. 2.4. Transformator simetrizor pentru aplicarea semnalului de intrare, de la un generator cu ieşire asimetrică, la intrarea simetrică a radioreceptorului.

recomandă diverse moduri de exprimare a nivelului de intrare de radiofrecvenţă.

În cazul unui radioreceptor prevăzut să fie conectat la o antenă unipolară, fără folosirea unei linii sau a unui cablu de transmisie, nivelul semnalului de intrare este exprimat în funcţie de tensiunea electromotoare a sursei de semnal (E'). Aceasta este tensiunea care apare între bornele de ieşire ale antenei fictive folosite, cînd între aceste borne nu este cuplată sarcina. Nivelul se exprimă, de preferinţă, în dB (μV). Pentru semnalele MA, E' va fi exprimată prin valoarea eficace a purtătoarei nemodulate.

Pentru a uşura compararea directă a radioreceptoarelor, la care se specifică diverse impedanţe de intrare, de valori diferite, este util să se compare nivelele semnalelor de intrare prin puterea disponibilă la bornele de ieşire ale reţelei folosite. Puterea disponibilă este puterea pe care o furnizează generatorul de semnal şi reţeaua sa, asociată unui circuit de sarcină adaptat.

Puterea disponibilă se exprimă cu relaţia:

$$P = \frac{E'^2}{4\,R_n}$$

E' — tensiunea electromotoare aparentă a sursei de semnal, egală cu tensiunea în gol la bornele de ieşire ale reţelei de adaptare.

R_n — impedanţa internă a reţelei, care trebuie să fie egală cu valoarea specificată în norma tehnică a produsului.

Puterea disponibilă este, de preferinţă, exprimată în dB (pW).

În cazul unui radioreceptor prevăzut cu antenă magnetică, nivelul semnalului de intrare este exprimat în funcţie de componenta electrică a cîmpului echivalent în spaţiul liber. El este exprimat în general în dB (μV/m).

Valorile recomandate pentru nivelele semnalelor de intrare în valori ale tensiunii electromotoare E' sînt date în tabelul 2.2.

Nivelele preferate ale semnalului de intrare în putere disponibilă, sînt prezentate în tabelul 2.3.

Nivelele semnalelor la intrare, exprimate în cîmp electric echivalent în spațiul liber sînt prezentate în tabelul 2.4.

2.1.2. Metode de acord

Un radioreceptor este acordat aproximativ, pe un semnal dorit, reglînd comenzile manuale de acord, pînă cînd se obține un semnal de ieșire de audiofrecvență de putere determinată, aleasă arbitrar.

Un radioreceptor este acordat pe semnalul dorit, acordîndu-se întîi aproximativ și apoi ajustînd comenzile de acord pînă cînd este satisfăcută una din următoarele condiții:

Tabelul 2.2.

Valori recomandate			Puterea utilă pentru R_r = 300 ohmi	Puterea utilă pentru R_r = 75 ohmi
Valori preferate dB (μV)	Valori echivalente E	Valori intermediare dB (μV)		
0	1,00 μV		0,000833 pW	0,00333 pW
	3,10 μV	10	0,00833 pW	0,0333 pW
20	10,0 μV		0,0833 pW	0,333 pW
	31,6 μV	30	0,8333 pW	3,33 pW
40	100,0 μV		8,33 pW	33,3 pW
	316,0 μV	50	0,0833 μW	0,333 pW
60	1,00 μV		0,833 μW	3,33 nW
	3,16 mV	70	8,33 μW	33,3 nW
80	10,0 mV		0,0833 μW	0,333 μW
	31,6 mV	90	0,833 μW	3,33 μW
100	100,0 mV		8,33 μW	33,3 μW
	316,0 mV	110	0,0833 mW	0,333 mW
120	1,00 V		0,833 mW	3,33 mW
	3,16 V	130	8,33 mW	33,3 mW

Tabelul 2.3.

Valori recomandate			Valoarea tensiunii electromotoare E' pentru:			
Valori preferate dB (pW)	Valorile echivalente ale puterii active	Valori intermediare dB (pW)	R_r = 300 ohmi	R_r = 200 ohmi	R_r = 75 ohmi	R_r = 60 ohmi
	0,001 pW	−30	1,1 μV	980 μV	0,55 μV	490 μV
−20	0,01 pW		3,5 μV	3 μV	1,70 μV	1,5 μV
	0,1 pW	−10	131,0 μV	9,8 μV	5,5 μV	4,9 μV
0	1,0 pW		35,0 μV	30,0 μV	17,0 μV	1,5 μV
	10,0 pW	10	110,0 μV	98,0 μV	55,0 μV	49,0 μV
20	100,0 pW		350,0 μV	300,0 μV	170,0 μV	150,0 μV
	1,0 nW	30	1,1 mV	980,0 μV	550,0 μV	490,0 μV
40	10,0 nW		3,5 mV	3,0 mV	1,7 mV	1,5 mV
	100,0 nW	50	11,0 mV	9,8 mV	5,5 mV	4,9 mV
60	1,0 μW		35,0 mV	30 mV	17,0 mV	15,0 mV
	10,0 μW	70	110,0 mV	98,0 mV	55,0 mV	49,0 mV
80	100,0 μW		350,0 mV	300,0 mV	170,0 mV	150,0 mV
	1,0 mW	90	1,1 V	980,0 mV	550,0 mV	490,0 mV
100	10,0 mW		3,5 V	3,0 V	1,7 V	1,5 V

Tabelul 2.4.

Valorii preferate dB (μV/m)	Valorile echivalente ale intensității cîmpului	Valori intermediare dB (μV/m)
0	1,00 μV/m	
	3,16 μV/m	10
20	10,00 μV/m	
	31,6 μV/m	30
40	100,0 μV/m	
	316 μV/m	50
60	1,00 mV/m	
	3,16 mV/m	70
80	10,0 mV/m	
	31,6 mV/m	90
100	100,0 mV/m	
	316,0 mV/m	110
120	1,00 V/m	
	3,16 V/m	130

— radioreceptorul este acordat conform instrucțiunilor producătorului, de exemplu, utilizînd indicatorul de acord;

— puterea de ieșire de audiofrecvență este maximă, cu condiția ca semnalul să fie modulat cu frecvența standard de referință;

— distorsiunea de neliniaritate este minimă;

— zgomotul de ieșire este minim;

— atenuarea semnalului modulat în amplitudine este maximă (pentru receptoare MF).

2.2. Metode de măsurare a principalilor parametrii funcționali ai radioreceptoarelor

2.2.1. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot

Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot este reprezentată de tensiunea minimă la intrarea radioreceptorului, pentru care se obține raportul între puterea semnalului de sarcină și puterea de zgomot de 20 dB pentru emisiunile MA și 26 dB pentru emisiunile MF.

Metoda de măsurare. Semnalul de radiofrecvență se aplică radioreceptorului printr-una din metodele prezentate anterior. Reglajele de volum și de ton sînt pe maxim. Cu ajutorul unui watt-metru se măsoară puterea utilă în sarcină, pentru semnalul modulator avînd frecvența standard (1 000 Hz).

La măsurarea semnalului util, acesta va fi trecut printr-un filtru trece bandă cu frecvența centrală de 1 kHz. Pentru măsurarea puterii zgomotului

în sarcină, se va măsura cu wattmetrul puterea în sarcină în condiția suprimării modulației. Se va reduce nivelul semnalului aplicat circuitului de intrare al radioreceptorului pînă se obține raportul dorit între puterea de audiofrecvență și puterea corespunzătoare zgomotului.

În cazul în care nu se dispune de wattmetru sau de un voltmetru de valori eficace, măsurarea se poate face cu osciloscopul. Se va ține cont de relația dintre valoarea eficace a tensiunii de zgomot și valoarea vîrf la vîrf, care este:

$$U_{zg\ ef} = \frac{1}{6} U_{zg\ vv}$$

Pentru măsurarea amplitudinii tensiunii de audiofrecvență, în prezența zgomotului, trebuie utilizat un filtru trece bandă pe 1 kHz.

Pentru îmbunătățirea raportului semnal-zgomot la un radioreceptor trebuie verificat și refăcut reglajul etajului amplificator de RF. De asemenea se va verifica și reface reglajul AFI. În situația în care dipunem de un tranzistor amplificator de RF cu zgomot mic, se va înlocui tranzistorul din ARF.

2.2.2. Selectivitatea

Selectivitatea reprezintă proprietatea radioreceptorului de a separa postul recepționat de un post învecinat aflat la o distanță fixă.

În cazul recepției emisiunilor MA, postul perturbator trebuie să fie la ± 9 kHz de postul util. Pentru emisiunile MF, postul perturbator trebuie să fie la ± 300 kHz de postul util. Selectivitatea se măsoară prin atenuarea introdusă de receptor la o frecvență avînd o distanță fixă față de frecvența de acord a receptorului.

Metoda de măsurare. Organul de comandă al volumului se ajustează pentru obținerea puterii standard la ieșire. Cu un voltmetru se va măsura tensiunea de RAA, în punctul de comandă a amplificării globale.

La intrarea radioreceptorului acordat se aplică un semnal de radiofrecvență modulat cu semnalul standard de audiofrecvență.

Se va aplica din exterior o tensiune egală cu tensiunea de RAA măsurată, în punctul de RAA global. În acest fel receptorul are amplificarea globală blocată.

Se deplasează frecvența generatorului de semnal modulat, cu ± 9 kHz sau ± 300 kHz. Se mărește nivelul semnalului pînă se obține din nou puterea standard stabilită. Se face raportul în dB între nivelele semnalului de RF înainte și după dezacord. Aceste valori reprezintă selectivitatea radioreceptorului.

În cazul în care selectivitatea receptorului este nesatisfăcătoare, cauzele trebuie căutate în AFI. Dacă nici după reglarea pe maxim a circuitelor acordate din AFI nu se obține selectivitatea prevăzută în STAS, se va impune aplicarea unor modificări în circuitele selective de AFI. Se va urmări mărirea factorului de calitate al circuitelor prin mai multe metode:

— mărirea valorilor rezistențelor de amortizare a circuitelor acordate;

— schimbarea raportului de diviziarc capacitivă pentru adaptarea la impedanța de intrare a etajului următor de FI. Se va mări valoarea condensatorului către masă și se va micșora cel către punctul cald;

— se va încerca mărirea factorului de calitate al circuitului acordat prin mărirea valorilor condensatoarelor de acord. Trebuie avut în vedere că inductanța circuitului să aibă rezervă de reglaj pentru revenirea pe frecvența corectă de acord;

— se va micșora cuplajul, în cazul existenței filtrelor de bandă formate din circuite cuplate.

Modificările aplicate pentru creșterea selectivității pot duce la intrarea în oscilație a întregului lanț de amplificare. Din acest motiv intervențiile vizînd îmbunătățirea selectivității trebuie făcute cu prudență. Caracteristica de selectivitate a AFI trebuie tot timpul controlată, de preferință cu un vobler.

2.2.3. Fidelitatea

Fidelitatea caracterizează un radioreceptor prin capacitatea lui de a reproduce programul sonor cît mai aproape de forma originală. Acest parametru este definit prin forma caracteristicii de transfer amplitudine — frecvență.

Caracteristica de transfer amplitudine — frecvență poate fi o caracteristică de răspuns electric de la antenă la difuzor sau poate fi o caracteristică de răspuns acustic, incluzînd și proprietățile traductorului electroacustic.

În cazul receptoarelor stereofonice, se practică numai caracteristica electrică amplitudine — frecvență.

Caracteristica acustică amplitudine — frecvență, deși este cea mai obiectivă, reprezentînd efectul final asupra utilizatorului, este mult mai greu de determinat. Motivul este dat de necesitatea existenței unor încăperi anecoide (cu pereți absorbanți) și a aparaturii specializate în măsurători acustice.

Din acest motiv vom prezenta numai metoda de măsurare a caracteristicii electrice amplitudine — frecvență.

Metodă de măsurare. La intrarea radioreceptorului, acordat pe frecvența de lucru, se aplică un semnal de RF, modulat cu semnal cu frecvență standard de referință. Reglajul de ton se află în poziția normală. Nivelul semnalului de RF la borna de antenă este de 3,16 mV (sau 10 mV/m) și se reglează potențiometrul de volum, pînă se obține la ieșire puterea de referință. În locul unui wattmetru se poate utiliza un voltmetru de valori eficace, sau un osciloscop.

Se modifică frecvența semnalului modulator de audiofrecvență, în toată gama propusă a fi măsurată.

Se determină nivelul puterii de ieșire, funcție de frecvență, măsurînd fie curentul în transductorul de ieșire sau în sarcina artificială, fie tensiunea la bornele acestora.

Rezultatul se va exprima în dB, luînd ca referință nivelul puterii standard, prereglat în prezența frecvenței modulatoare de 1 000 Hz.

Se va trasa o curbă reprezentînd caracteristica de răspuns electric amplitudine — frecvență. Frecvența va fi trecută pe abscisă la scară logaritmică.

Dacă măsurarea se face cu semnale MF se va introduce la generatorul de semnal RF preaccentuarea semnalului de audiofrecvență înainte de modulare. În receptor se va păstra circuitul de dezaccentuare.

Odată cu măsurarea caracteristicii de răspuns amplitudine — frecvență se poate ridica și caracteristica de răspuns electric a reglajelor de ton. Se reia măsurătoarea prezentată mai sus, cu reglajele de ton în diferite poziții intermediare, dar cel puțin pozițiile extreme.

În cazul în care reglajul de volum are o corecție fiziologică se vor relua caracteristicile de transfer amplitudine — frecvență plecînd de la poziția cu reglajul de volum la maxim. Pentru a putea asigura la volum maxim puterea de referință, se va face măsurarea direct în audiofrecvență la borna de intrare AF. În cazul în care radioreceptorul nu are bornă de AF, se va interveni în circuitul de RAA și cu ajutorul unei surse exterioare de tensiune continuă se va micșora amplificarea globală a receptorului pînă la nivelul dorit.

Caracteristica de răspuns electric amplitudine frecvență depinde în principal de etajele AF și etajele AFI.

În domeniul frecvențelor joase determinante sînt condensatoarele de cuplaj și de decuplare. În domeniul fecvențelor înalte depinde de lărgimea de bandă a AFI, pentru emisiunile MA. Amplificatorul de AF limitează domeniul de trecere la frecvențe înalte din capacitățile proprii montajului. În general nu se recomandă modificarea etajelor de audiofrecvență în sensul lărgirii benzii spre frecvențe înalte.

În cazul receptoarelor stereofonice se impune ca etajele amplificatoare de AF să prezinte o bandă de trecere cît mai largă posibil. În aceste condiții se știe că tranzistoarele finale de putere limitează caracteristica de răspuns la frecvențe înalte. O soluție este înlocuirea acestora cu tranzistoare de putere, similare cu frecvențe de tăiere mult mai ridicată.

2.2.4. Distorsiunile de nelinearitate

Distorsiunile de neliniaritate în AF, constau într-o modificare a spectrului de AF, provocată de existența elementelor neliniare din calea de semnal a radioreceptorului.

Deoarece o parte a distorsiunilor audibile este produsă chiar de difuzor, evaluarea acestora ar necesita o măsurare a distorsiunilor acustice.

Avînd în vedere însă dificultatea unor asemenea măsurări acustice, se recomandă limitarea măsurărilor la cele electrice.

Cînd se aplică un semnal sinusoidal la intrare distorsiunea se manifestă prin apariția de componente suplimentare în semnalul de ieșire. Acestea sînt armonici ale semnalului sinusoidal de AF transmis.

Gradul distorsiunilor de neliniaritate în circuitul de ieșire al radioreceptorului se determină măsurînd coeficientul de armonici al curentului debitat sau al tensiunii la bornele sarcinii.

Măsurarea se poate face cu un analizor de spectru de AF sau cu ajutorul unui distorsiometru, pe care se citește direct valoarea coeficientului de distorsiuni armonice.

Gradul de distorsiune armonică se exprimă prin formula:

$$\delta = \frac{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2}{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \ldots} \cdot 100\ (\%)$$

unde A_1, A_2, A_3, etc. sînt valorile amplitudinilor tensiunii sau curentului, prin sarcină, pe frecvența fundamentală și ale armonicilor sale.

Metoda de măsurare. La intrarea radioreceptorului acordat, se aplică un semnal de RF, modulat cu semnalul de audiofrecvență avînd frecvența standard de referință. Gradul de modulație pentru emisiunile MA trebuie să fie 100% iar pentru emisiunile MF indicele de modulație maxim ($\Delta f = 50$ kHz). Reglajul de ton este ajustat pentru o poziție normală. Se variază nivelul semnalului la ieșire din potențiometrul de volum. Pentru fiecare valoare se măsoară puterea în sarcină și se evaluează distorsiunea semnalului la ieșire.

Pentru amplificatoarele de AF care folosesc etaje finale în contratimp, clasă B, măsurătorile de distorsiuni trebuie să fie extinse și la puterile de ieșire foarte mici. La aceste tipuri de amplificatoare distorsiunea de neliniaritate poate crește foarte mult dacă nu a fost bine reglat curentul de repaus.

Rezultatele se prezintă sub forma unui grafic conținînd valorile distsiunilor neliniare pe ordonata (la scară liniară) funcție de valorile puterii de ieșire notate pe abscisă.

Puterea corespunzătoare distorsiunilor de neliniaritate de 10% reprezintă puterea maxim utilizabilă.

2.2.5. Eficacitatea reglajului automat al amplificării

Prin eficacitatea circuitelor de RAA se înțelege raportul dintre semnalul maxim și minim aplicat la intrarea radioreceptoarelor, pentru care la ieșire se obține o variație a nivelului semnalului de 10 dB. Acest parametru este specific receptoarelor pentru emisiuni MA.

Metoda de măsurare. La intrarea receptorului acordat se aplică un semnal de RF, modulat, avînd un nivel de 100 dB (μV). Reglajul de ton este pe poziție normală. Reglajul de volum se ajustează pentru obținera puterii de ieșire de referință. Se micșorează nivelul semnalului de RF urmărindu-se scăderea puterii de sarcină. Reducerea nivelului semnalului de RF are loc pînă se obține o reducere a puterii în sarcină cu 10 dB. Se notează nivelul semnalului de RF. Se face raportul în dB între nivelul inițial al semnalului și nivelul final. Valoarea obținută trebuie să fie mai mare decît valoarea prevăzută în STAS pentru clasa de calitate a receptorului măsurat.

2.2.6. Atenuarea semnalului cu modulație de amplitudine parazită

Coeficientul de atenuare a modulației de amplitudine, a unui radioreceptor destinat recepției emisiunilor cu MF, reprezintă calitatea acestuia de a atenua componentele cu modulație de amplitudine și de intermodulație.

La intrarea radioreceptorului se va aplica un semnal modulat în frecvență și în amplitudine, simultan.

Metoda de măsurare. Pentru măsurarea atenuării modulației parazite de amplitudine, se folosește montajul din fig. 2.5.

La intrarea receptorului acordat se aplică un semnal de RF modulat în frecvență cu $\Delta f = 50$ kHz cu o frecvență de modulație de 400 Hz.

În poziția *1* a comutatorului dublu, *K* este conectat filtrul trece bandă pentru banda de frecvențe între 350 Hz și 450 Hz. Cînd comutatorul se găsește în poziția *2*, este conectat filtrul trece bandă pentru domeniul de

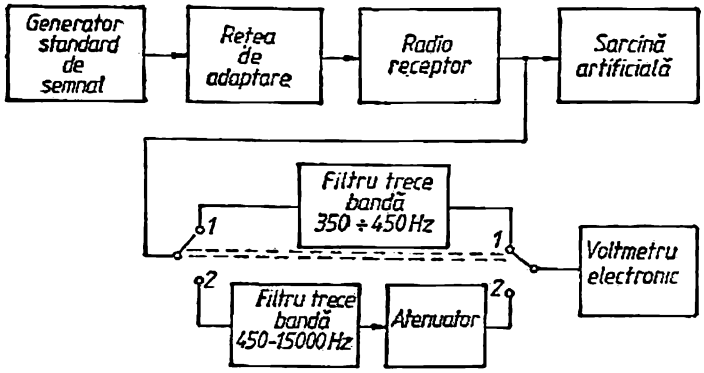

Fig. 2.5. Montaj pentru măsurarea coeficientului de atenuare a modulației de amplitudine.

frecvențe între 450 Hz și 15 000 Hz. Reglajul de volum este așezat pe o poziție astfel încît să nu aibă loc o supraîncărcare (limitare) în etajele de AF ale receptorului.

Cu comutatorul în poziția *1* se măsoară puterea de ieșire P_1, datorită modulației în frecvență cu 400 Hz. În poziția *2* se măsoară P_2 datorită armonicelor superioare ale modulației de 400 Hz.

Menținînd modulația de frecvență, purtătoarea este modulată suplimentar în amplitudine cu un grad de modulație normală și cu o frecvență de modulație de 1 000 Hz. Este important ca în timpul măsurătorilor să nu apară nici o modulație de frecvență de la altă sursă decît de la sursa de 400 Hz.

Cu comutatorul în poziția *2*, se măsoară puterea P_3, datorită semnalelor de 1 000 Hz, sumei armonicelor semnalului de 1 000 Hz, sumelor armonicelor de 400 Hz și componentelor de intermodulație, menținînd reglajele exterioare ale radioreceptorului în pozițiile inițiale.

$$K(\text{dB}) = 10 \log \cdot \frac{P_1}{P_3 - P_2}$$

K(dB) va reprezenta atenuarea modulației parazite de amplitudine.

2.2.7. Caracteristicile stereofonice ale radioreceptoarelor

Dacă pentru reproducerea stereofonică, un radiorceptor conține două canale de AF, între acestea nu trebuie să existe o diafonie apreciabilă. Caracteristicile de AF ale canalelor trebuie să fie suficient de asemănătoare, pentru a nu compromite efectul de stereofonie a reproducerii.

Este necesar a se verifica dacă cele două canale corespund pozițiilor stînga și dreapta și dacă sînt corect legate difuzoarele respective. De asemenea, se verifică dacă presiunile acustice ale difuzoarelor sînt în fază, atunci cînd semnalele la intrarea difuzoarelor sînt în fază.

Pentru evaluarea proprietăților celor două canale, din punct de vedere al reproducerii stereofonice, este necesară măsurarea diafoniei între canale și identitatea caracteristicilor în toată gama de AF. Pînă la frecvența de 3 000 Hz, diferența de fază între cele două semnale de ieșire prezintă

o importanță deosebită pentru reproducerea stereofonică. Dacă cele două canale sînt constituite din două amplificatoare identice, diferențele de fază între semnalul de intrare și semnalul de ieșire al fiecărui amplificator vor fi sensibil egale. În acest caz, pentru evaluarea identității celor două amplificatoare este suficientă compararea nivelelor de ieșire, măsurate separat, atunci cînd sînt puse în paralel două intrări și se aplică același semnal.

Pentru a evalua efectul diferenței de fază între cele două amplificatoare, trebuie să se măsoare și factorul de echilibru stereofonic.

2.2.7.1. Diafonia între canale.

Între amplificatoarele de AF ale celor două canale, ale unui radioreceptor stereofonic există diafonie atunci cînd, aplicînd un semnal unuia din canale, apare un semnal în circuitul de ieșire al celuilalt canal.

Diafonia se exprimă prin raportul în dB, între puterea de ieșire a primului canal și puterea de ieșire a canalului al doilea, cînd se aplică un semnal unic numai la intrarea primului canal.

Metoda de măsurare. Se aplică un semnal de audiofrecvență egal cu frecvența standard de referință, la intrarea unuia dintre canale. Intrarea celuilalt canal este conectată la o impedanță echivalentă cu impedanța generatorului conectat la intrarea primului canal.

Circuitele de ieșire ale celor două canale se conectează la sarcinile lor artificiale corespunzătoare. Dacă este prevăzut un reglaj de balans pentru egalizarea nivelului de ieșire, poziția acestuia trebuie reglată pentru frecvența standard de referință.

Semnalul se aplică la intrările de AF ale radioreceptorului, cu o forță electromotoare avînd valoare suficientă pentru a se obține în ambele canale, o putere de ieșire egală cu puterea de referință, reglajul de ton fiind pe poziția normală și reglajul de volum pe poziția maximă.

În fig. 2.6. se prezintă schema unui montaj pentru măsurarea diafoniei.

Se variază semnalul de AF în domeniul indicat menținînd nivelul constant. Se determină, funcție de frecvență, raportul între nivelul de ieșire al celui de-al doilea canal (neutilizat) și nivelul de ieșire al primului canal (utilizat). Acest raport, exprimat în dB, reprezintă diafonia.

Ca rezultat al măsurătorilor, se poate trasa o curbă, care va reprezenta valoarea diafoniei funcție de frecvență de lucru.

2.2.7.2. Egalitatea și factorul de echilibrare stereofonică

Gradul de egalitate între cele două amplificatoare de AF, ale celor două canale se exprimă comparînd puterea de ieșire a acestor două canale, funcție de frecvență. Nivelul semnalului de intrare comun, este menținut constant. Diferențele de nivel obținute sînt exprimate în dB.

Pentru o reproducere stereofonică de calitate, se recomandă ca inegalitatea stereofonică între canale să nu depășească valoarea de 2 dB, astfel

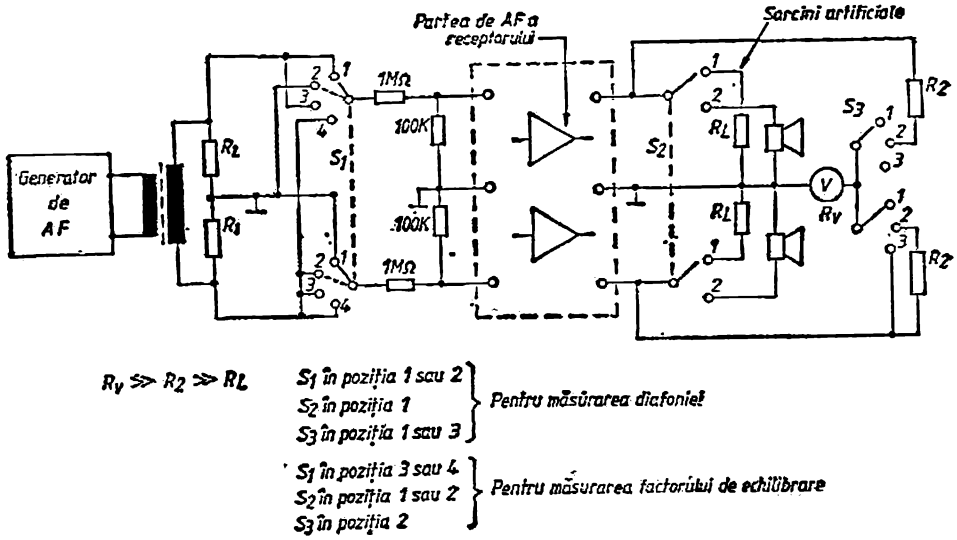

Fig. 2.6. Schema de montaj pentru măsurarea diafoniei și a factorului de echilibrare stereofonică.

încît deplasarea nedorită a imaginii acustice față de centru să nu depășească 7% din lățimea cîmpului acustic.

Factorul de echilibrare, stereofonică, exprimat în dB caracterizează identitatea proprietăților celor două canale stereofonice de AF. El reprezintă raportul dintre valorile medii algebrice ale tensiunilor de ieșire ale celor două canale, obținute, cînd la intrarea lor se aplică simultan același semnal prima dată în fază și a doua oară în antifază.

Metoda de măsurare. Generatorul de AF trebuie să fie prevăzut cu un circuit de ieșire capabil să furnizeze două semnale separate, de tensiuni egale sau opuse în fază. Aceste semnale sînt aplicate fiecărui canal. Cele două canale vor fi folosite simultan.

Dacă există un reglaj de balans pentru egalizarea nivelelor de ieșire, acesta va fi poziționat corespunzător frecvenței standard de referință.

Egalitatea mutuală a celor două canale de AF trebuie să rezulte din datele măsurării curbelor de răspuns amplitudine — frecvență a acestora folosind un montaj asemănător cu cel din fig. 2.6. Diferența mutuală a puterilor de ieșire, funcție de frecvență, exprimată în dB, se consideră ca o măsurare a gradului de egalitate.

Pentru măsurarea factorului de echilibrare stereofonică, circuitele de ieșire sînt conectate la un comutator corespunzător, care să permită conectarea în circuit fie a difuzoarelor respective, fie a unor sarcini artificiale corespunzătoare, utilizînd un aparat de măsurat astfel conectat încît să indice valoarea medie algebrică a celor două tensiuni de ieșire.

În fig. 2.6. se prezintă, montajul de măsurare a factorului de echilibrare.

În continuare, se variază frecvența generatorului de AF, în toată gama propusă, cel puțin pînă la frecvența de 3 000 Hz, menținînd constant

nivelul la intrare. Pentru fiecare frecvență se fac măsurări, conectînd semnalele:

— în fază

— în opoziție de fază.

Se determină în funcție de frecvența semnalului de AF, raportul între mediile algebrice ale tensiunilor de ieșire, exprimat în dB, obținute pentru cele două semnale de intrare egale și în fază și pentru cele două semnale de intrare egale și în opoziție de fază.

Măsurările se pot efectua în toată banda de AF a amplificatoarelor. Dacă, de fiecare dată, diferența între cele două rezultate este mai mare de 19 dB, se consideră că inegalitatea între canale nu depășește 2 dB.

Măsurările pot fi repetate pentru alte poziții ale reglajelor de volum și ton, alegînd aceleași poziții pentru ambele canale.

Dacă radioreceptorul conține un reglaj de balans se vor indica pentru orice altă poziție a reglajului de volum, corecțiile de balans, necesare, în dB.

Capitolul 3

Parametrii receptoarelor de televiziune

3.1. Generalităţi

În prezent sînt în exploatare foarte multe tipuri de televizoare alb-negru şi color, staţionare şi portabile. Aceste televizoare au scheme electrice foarte diferite. Se pot întîlni receptoare echipate în exclusivitate cu tuburi electronice, construcţii hibride, cu tuburi electronice şi tranzistorizate, receptoare complet tranzistorizate sau echipate cu circuite integrate.

De asemenea, condiţiile de utilizare sînt foarte diferite.

Sursele de semnal pot fi instalaţii de antenă colectivă, instalaţii individuale, antenele telescopice pentru televizoarele portabile şi chiar instalaţii improvizate. Emiţătoarele urmărite a fi recepţionate, sînt situate la distanţe foarte diferite de utilizator. Condiţiile de propagare sînt specifice fiecărei zone de recepţie şi chiar utilizatorilor individuali. Suplimentar, pot apare perturbaţii locale care să ducă la deteriorarea calităţii recepţiei.

În aceste condiţii, calitatea imaginii de televiziune vizionate, este mult diferită de la un utilizator, la celălalt. Problemele care se ridică sînt atît probleme de recepţie a semnalului de televiziune cît şi probleme calitative ale receptorului de televiziune.

În unele situaţii trebuie apreciat dacă televizorul se comportă normal, sau dacă fenomenul reclamat provine dintr-o funcţionare anormală a receptorului. În aceste situaţii se recomandă să se practice metoda comparaţiei. Televizorul care nu manifestă fenomenul reclamat a fi un defect, este considerat etalon. Metoda comparaţiei nu poate fi aplicată mereu. Din acest motiv, în multe situaţii este greu de apreciat comportarea anormală a televizorului. Se poate face şi observaţia că două televizoare, avînd aceeaşi schemă electrică, se comportă sensibil diferit, datorită toleranţelor componentelor utilizate la fabricarea televizorului respectiv. Pentru aprecierea obiectivă a calităţilor funcţionale ale receptorului de televiziune, au fost definiţi parametrii funcţionali principali. Valorile parametrilor funcţionali au fost standardizate — STAS 7712/80, dîndu-se valorile limită admise ale parametrilor, funcţie de clasa de calitate a produsului. Astfel, pentru televizoarele staţionare alb-negru avem două clase de calitate, iar pentru televizoarele portabile, o singură clasă de calitate (pentru receptoarele cu diagonala de 31 cm). La baza definirii principalilor parametrii funcţionali a stat aprecierea organoleptică asupra funcţionării unui receptor de televiziune. De asemenea, s-a ţinut seama şi de limitările tehnice posibile, pri-

Tabelul 3.1

Nr. crt.	Parametrul	U/M	Clasa de calitate			Observații
			TV staționare		TV portabile	
			I	II		
0	1	2	3	4	5	6
1	Sensibilitatea limitată de sincronizare	dB (mW)	−80 −77	−77 −73	−77 −73	FIF UIF
2	Sensibilitatea limitată de un raport semnal/zgomot la ieșire de 20 dB.	dB (mW)	−72 −66	−69 −64	−69 −64	FIF UIF
3	Nivelul semnalului maxim utilizabil la intrare.	dB (mW)	−10	−10	−20	Fără atenuator
4	Eficacitatea RAA:		De la nivelul semnalului maxim utilizabil, pînă la sensibilitatea limitată de raportul semnal/zgomot			
	— variația semnalului la intrare — variația semnalului la ieșire	dB	3	3	3	
5	Definiția pe orizontală în centrul imaginii.	linii	500	450	350	
6	Definiția pe verticală în centrul imaginii	linii	550	500	350	
7	Frecvența intermediară imagine	MHz	38	38	38	
8	Frecvența intermediară sunet	MHz	31,5	31,5	31,5	
9	Atenuarea raportată la purtătoarea de imagine a semnalelor din afara benzii de trecere	dB	40,0 36,0	40,0 32,0	30,0 26,0	f_p+9,5 MHz f_p−1,5 MHz
10	Atenuarea semnalului purtătoare de sunet a canalului recepționat.	dB	26,0	20,0	18,0	
11	Brum de strălucire.	dB	36,0	31,0	32,0	
12	Variația frecvenței oscilatorului local funcție de încălzire (timp 2 ore după 2 min. de la pornire).	kHz	±200 ±500	±200 ±500	±200 ±500	FIF UIF
13	Variația dimensiunilor imaginii — funcție de încălzire (timp de 2 ore după 2 min, de la pornire). — cu variația curentului de fascicul	% %	3 4 —	5 5 —	5 — 5	 0 — 200 μA 0 — 100 μA
14	Distorsiuni geometrice ale rastrului: — de neliniaritate — de contur	% %	±8 3	±10 3	±12 3	pe H și pe V
15	Domeniul de sincronizare: — domeniul de prindere pe orizontală — domeniul de prindere pe verticală	 % %	 ±4 5	 ±2,5 8	 ±2 8	
16	Dinamica reglajului de contrast	dB	16	10	10	

(continuare tabelul 3.1)

0	1	2	3	4	5	6
	Calea de sunet					
1	Sensibilitatea limitată de raportul semnal/zgomot la 26 dB	dB (mW)	—75 —70	—70 —64	—70 —64	FIF UIF
2	Nivelul zgomotului la ieşire	dB	—32	—26	—26	
3	Fidelitatea acustică pentru o neuniformitate de —15 dB	Hz	100 12 500	100 10 000	250 6 000	
4	Puterea maximă de ieşire pentru un factor de distorsiuni de 10%.	W	2,5	1,5	0,5	
	Calea de crominanţă					
1	Sensibilitatea limitată de decodarea culorilor.	dB	—65 —72	SECAM PAL		FIF
		(mW)	—61 —68	SECAM PAL		UIF
2	Eroarea de coincidenţă	n sec.	100			
3	Eroarea de convergenţă: — zona A — zona B — zona C	mm	1,2 2,4 2,8			

vînd îmbunătăţirea unor parametrii. La bunurile de larg consum este foarte importantă găsirea compromisului optim cheltuieli — calitate.

Parametrii funcţionali a receptorului de televiziune se împart în parametrii pentru calea de imagine şi parametrii pentru calea de sunet. Pentru aprecierea funcţionării receptoarelor de televiziune în culori, au fost definiţi cîţiva parametrii specifici pentru calea de crominanţă şi pentru aprecierea funcţionării corecte a tubului cinescop color.

Înainte de începerea prezentării parametrilor electrici funcţionali şi a metodelor de măsură şi de apreciere, trebuie să definim cîteva noţiuni generale, pe care le vom utiliza.

a) Valorile tensiunilor şi curenţilor menţionaţi în tehnica televiziunii sînt valori vîrf la vîrf şi sînt notate cu indicele „vv", sau sînt valori eficace şi nu au nici un indice.

b) „Modulaţia normală" pentru purtătoarea de imagine este modulaţia de amplitudine, cu semnul video complex, a purtătoarei de imagine, avînd nivelul de negru la 72—75% şi nivelul de alb la 10%, din nivelul purtătoarei pe durata impulsului de sincronizare (fig. 3.1).

c) „Modulaţia sinusoidală echivalentă" este modulaţia simetrcă cu un semnal sinusoidal de frecvenţă $f = 1\,000$ Hz şi un grad de modulaţie de 30%. Echivalenţa constă în obţinerea pentru nivelele mici de intrare a unui semnal, după detecţia video, de aceeaşi amplitudine ca pentru semnalul cu modulaţia normală cu semnal video — complex (fig. 3.2).

d) „Modulaţia normală" pentru purtătoarea de sunet este modulaţia de frecvenţă a purtătoarei de sunet, cu frecvenţa de modulaţie $f_m =$ $= 1\,000$ Hz sau 400 Hz şi cu un grad de modulaţie de 30% (respectiv $\Delta f =$ $= 15$ kHz),

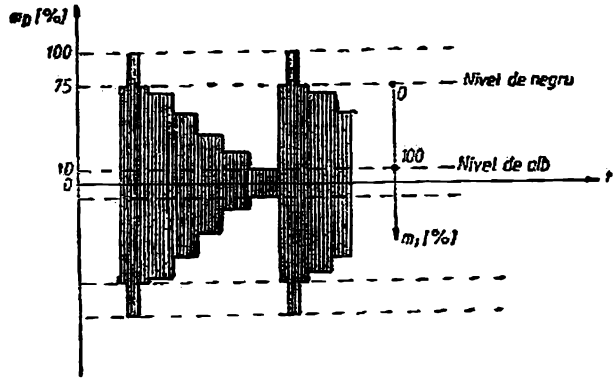

Fig. 3.1. — Semnal de radiofrecvenţă cu modulaţie normală. Gradul de modulaţie a imaginii (m_i) şi gradul de modulaţie a purtătoarei (m_p).

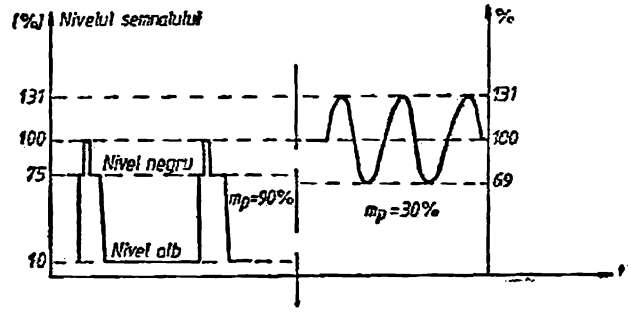

Fig. 3.2 Semnal cu modulaţie normală (imagine albă) şi un semnal cu modulaţie sinusoidală echivalentă (aprox. 30%).

e) „Semnalul de televiziune": este semnalul de radiofrecvenţă care cuprinde toate semnalele ce alcătuiesc programul de televiziune. Deci cuprinde cele două purtătoare, de imagine şi de sunet, modulate, avînd raportul dintre amplitudini bine definit (2 : 1; 5 : 1 sau 10 : 1).

f) „Mira normală" este imaginea de control pentru determinarea calităţii transmisiei şi pentru reglarea elementelor lanţului de televiziune. Mira conţine simultan sau separat următoarele elemente:

— 1 — Fascicul de linii de definiţie pe orizontală şi pe verticală, în centrul imaginii şi în cele patru colţuri. Fasciculele sînt calibrate în număr de linii. Aceste fascicule trebuie să permită verificarea definiţiei minim admise pentru sistemul controlat.
— 2 — Desene pentru verificarea liniarităţii (cerc şi/sau caroiaj);
— 3 — Desen pentru controlul formatului imaginii;
— 4 — Repere pentru a uşura centrarea imaginii, chiar dacă masca televizorului acoperă în parte colţurile;
— 5 — O scară de luminanţă cuprinzînd între cinci şi zece trepte, echidistante, de contrast;
— 6 — Suprafeţe albe şi negre, alternate pe marginile ecranului;
— 7 — Desene speciale, ca bare verticale, izolate, de lăţimi diferite şi benzi orizontale, care să redea trecerile de la negru la alb, pentru verificarea supracreşterilor, reflexiilor şi răspunsul la joasa frecvenţă;

g) Frecvenţa de referinţă este considerată frecvenţa purtătoare de imagine a canalului ales.

h) Nivelul semnalului la intrare poate fi exprimat în două moduri (Tabelul 3.2):

Tabelul 3.2.

Puterea disponibilă	Nivelul semnalului de intrare		Tensiunea electromotoare echivalentă E, pentru	
	dB (mW)	dB (pW)	Rs = 300 ohmi	Rs = 750 ohmi
0,1 pW	—100	—10	11 μV	5,5 μV
1 pW	— 90	0	35 μV	17 μV
10 pW	— 80	+10	110 μV	55 μV
100 pW	— 70	+20	350 μV	170 μV
0,001 μV	— 60	+30	1,1 mV	550 μV
0,01 μW	— 50	+40	3,5 mV	1,7 mV
0,1 μW	— 40	+50	11 mV	5,5 mW
1 μW	— 30	+60	35 mV	17 mV
0,01 mW	— 20	+70	110 mV	55 mV
0,1 mW	— 10	+80	350 mV	170 mV
1 mW	0	+90	1,1 V	550 mV

Prin puterea disponibilă, exprimată în dB (mW). Aceasta este puterea furnizată de generatorul de semnal, sarcinii, în condiţii de adaptare (pe 75 ohmi sau pe 300 ohmi);

Prin tensiunea electromotoare la intrare. Aceasta este tensiunea în gol a generatorului de semnal echivalent, avînd rezistenţa internă echivalentă egală cu rezistenţa nominală de intrare a receptorului (75 ohmi sau 300 ohmi). Nivelul de intrare în tensiune este deci dublul tensiunii care apare la borna de antenă a receptorului.

Nivelul unui semnal de televiziune se referă la nivelul purtătoarei de imagine pe durata impulsului de sincronizare.

Nivelul mediu de intrare sau „nivelul normal de intrare" al semnalului de televiziune, corespunde nivelului de — 50 dB(mW), respectiv 1,7 mV pe $R_i = 75$ ohmi.

i) „Imagine normală" este imaginea pentru care, în absenţa iluminării ambiante, regiunile albe ale imaginii au o luminanţă de 20 cd/m², iar regiunile corespunzătoare nivelului de negru au o luminanţă de 2 cd/m².

„Tensiunea de ieşire video normală" este tensiunea pe electrodul de comandă a tubului cinescop, corespunzătoare trecerii de la nivelul de alb, la nivelul de negru al „imaginii normale".

Tensiunea de ieşire video normală, fiind mai greu de determinat şi deoarece variază de la un tub cinescop la altul, s-a ales pentru măsurători valoarea de 16,8 V_{vv}. Pentru măsurători cu semnul video sinusoidal, corespunde valorii de 6 V_{ef}.

j) „Nivelul normal de ieşire" pentru sunet (puterea de ieşire audio normală) este de 500 mW pentru puterea maximă utilizabilă mai mare de 1 W şi de 50 mW, pentru situaţiile cînd puterea maximă utilizabilă este mai mică de 1 W.

k) „Puterea maximă utilizabilă" este puterea la ieşire, în difuzor, pentru care distorsiunile sînt de 10%;

l) Se consideră că un receptor este acordat, atunci cînd oscilatorul, din selectorul de canale, lucrează pe frecvența corectă corespunzătoare canalului considerat. Acordul se realizează prin măsurarea cu un frecvențmetru fie a frecvenței oscilatorului local, fie a frecvenței intermediare-imagine rezultantă.

3.2. Parametrii funcționali pentru calea de imagine și metode de măsurare

Vom prezenta în continuare principalii parametrii funcționali ai televizoarelor alb-negru. Precizăm că valoarea parametrului nu este total edificatoare, dacă nu este dată și metoda de măsurare utilizată, pentru determinarea valorii parametrului menționat.

3.2.1. Sensibilitatea limitată de sincronizare

Sensibilitatea limitată de sincronizare este nivelul minim al semnalului de televiziune aplicat la intrarea receptorului, pentru care calitatea sincronizării se menține.

Metoda de măsurare. La intrarea receptorului acordat, se aplică un semnal de frecvență purtătoare de imagine, avînd modulația normală, cu mire și lipsit de interferență.

Se reglează receptorul pentru obținerea unei imagini optime. Se ajustează organele de comandă a amplificării, pe poziția de maxim. Se reduce nivelul semnalului la intrare, pînă la valoarea la care calitatea sincronizării se menține încă, reajustînd eventual organele de comandă ale sincronizării.

Se va nota valoarea tensiunii electromotoare a generatorului pentru care apar primele fenomene de desincronizare. Valoarea tensiunii electromotoare este aproximativ de două ori mai mare decît valoarea tensiunii la borne.

În general, la receptoarele de televiziune, desincronizarea imaginii trebuie să apară la nivele ale semnalului de televiziune, la care imaginea este sub limita de inteligibilitate.

În cazul în care desincronizarea apare la imagini suficient de clare, se va urmări cu osciloscopul traseele impulsurilor de sincronizare. Primul tip de desincronizare care apare este desincronizarea pe verticală. Motivele pot fi: dispariția impulsului de sincronizare pe verticală la semnale mici; suprapunerea unui zgomot puternic perturbator sau insensibilitatea oscilatorului de baleiaj vertical pentru impulsuri de sincronizare cu amplitudine mică.

În cazul apariției desincronizărilor pe orizontală, principalul motiv este imunitatea mică la zgomote și perturbații, a etajului sincroseparator. În astfel de situații de multe ori înaintea desincronizării pe orizontală apare un „fîlfîit" pe orizontală în partea superioară a imaginii.

În multe situații, în care la semnale mici dispare sincronizarea și imaginea este totuși „curată", fără zgomot, receptorul prezintă un defect pe calea de amplificare sau în circuitul de reglaj automat al amplificării.

3.2.2. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot

Este nivelul minim al semnalului de intrare pentru care se obține un raport semnal-zgomot de valoare dată, admis ca limită pentru o imagine de calitate acceptabilă.

Raportul semnal-zgomot al imaginii este raportul dintre tensiunea video normală și tensiunea eficace a zgomotului la nivelul treptei corespunzătoare unui grad de modulație a imaginii de 50%. Ambele tensiuni vor fi măsurate pe electrodul de comandă a tubului cinescop.

Metode de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului acordat, un semnal de frecvență purtătoare imagine, avînd modulația normală cu un semnal corespunzător unei imagini în trepte. Pentru un anumit nivel dat al semnalului la intrare, se ajustează organele de comandă a amplificării pentru obținerea tensiunii de ieșire video normală. Se măsoară cu un osciloscop valoarea vîrf la vîrf a tensiunii de zgomot de pe treapta corespunzătoare gradului de modulație a imaginii de 50%. Se determină raportul semnal-zgomot cu ajutorul relației următoare:

$$\frac{S}{Zg.} = 20 \log \cdot \frac{U_{video\ normal}}{U_{zg.\ eficace}} \text{ [dB]}$$

În această relație se consideră:

$$U_{zg.\ eficace} = \frac{U_{zg.\ v.v.}}{5}$$

În cazul în care raportul semnal-zgomot limită stabilit are valoarea de 20 dB, rezultă că tensiunea video maximală trebuie să fie de 10 ori mai mare decît valoarea eficace a tensiunii de zgomot suprapuse; sau de 2 ori mai mare decît valoarea *vîrf — vîrf* a tensiunii de zgomot.

Micșorînd nivelul semnalului de televiziune aplicat la intrarea televizorului, se urmărește pe ecranul osciloscopului momentul în care valoarea vîrf-vîrf a tensiunii de zgomot atinge jumătate din valoarea vîrf-vîrf a tensiunii video (fără impulsurile de sincronizare) (fig. 3.3).

Valoarea tensiunii electromotoare a generatorului de semnal, va indica, în μV, valoarea sensibilității limitate de raportul semnal-zgomot a televizorului. Această valoare este de două ori mai mare decît tensiunea la bornele televizorului.

Făcînd raportul valorii tensiunii electromotoare determinate la valoarea de 550 mV, prin logaritmare se determină sensibilitatea în dB.

În situații practice două receptoare de televiziune avînd aceeași schemă electrică, pot avea sensibilități limitate de raportul semnal-zgomot, diferite.

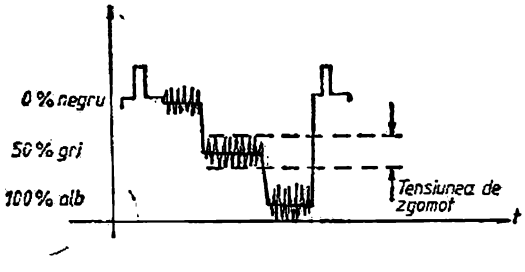

Fig. 3.3. Forma semnalului de modulație pentru imagine, pentru măsurarea raportului semnal-zgomot.

În astfel de situații, elementul care determină acest parametru este tranzistorul — amplificator de RF din FIF sau din UIF. Factorul de zgomot al primului tranzistor — amplificator este foarte important, ca și amplificarea în parte a primului etaj.

Utilizarea unui tranzistor, cu factor de zgomot cu 2—3 dB mai bun și refacerea atentă a reglajului primului etaj-amplificator de RF pot îmbunătăți valoarea acestui parametru cu 20—30%.

Refacerea reglajului ARF din selector și alinierea corectă a oscilatorului se va urmări chiar pe canalul pe care se dorește îmbunătățirea recepției. Curba de selectivitate va fi îngustată (cîștigînd în amplificare) la limita de acceptare (B 3dB = 8 MHz).

Se va verifica și chiar relua reglajul amplificatorului de frecvență intermediară imagine. Se va urmări obținerea amplificării maxime, în limitele stabilite pentru forma curbei AFI. Se va urmări poziția frecvenței intermediare — imagine, pe flancul Nyquist. Se admite ca prin refacerea reglajului poziția frecvenței intermediare imagine să fie ridicată pînă la —4 dB față de palierul curbei AFI. Se va verifica forma curbei AFI la tensiunea de RAA — corespunzătoare amplificării maxime. Poziția frecvenței intermediare imagine nu trebuie să se modifice.

Practic îmbunătățirea sensibilității limitate de raportul semnal-zgomot se traduce prin obținerea unei imagini mai clare mai puțin zgomotoase, în aceleași condiții de recepție.

În cazul în care nu se pot face modificări în selectorul de canale, singura soluție de îmbunătățire a recepției este utilizarea unui amplificator de antenă, selectiv, pentru canalul ce se dorește a fi recepționat.

Deoarece aceste amplificatoare au în general un factor de zgomot mai mic decît selectorul de canale, calitatea imaginii se îmbunătățește simțitor.

3.2.3. Nivelul semnalului maxim utilizabil

Nivelul semnalului maxim utilizabil este cel mai mare nivel al semnalului de televiziune aplicat la borna de intrare a televizorului, pentru care se poate obține încă o recepție acceptabilă.

Metoda de măsurare. La intrarea receptorului de televiziune, acordat, se aplică un semnal de televiziune de nivel normal și avînd modulația normală. Semnalul video utilizat corespunde unei imagini formate din bare verticale albe și negre. Se mărește treptat nivelul semnalului la intrare, reajustînd de fiecare dată organele de comandă pentru obținerea imaginei optime.

Se notează nivelul maxim al semnalului de televiziune la borna de antenă, pentru care rezultatul este acceptabil.

Prin rezultat acceptabil se înțelege menținerea funcționării corecte a televizorului în condițiile întreruperii alimentării, a comutării canalului pe care este acordat receptorul și a modificării acordului selectorului de canale.

Funcționarea receptorului de televiziune la limita semnalului maxim utilizabil, este important de sesizat, mai ales în condițiile existenței unei instalații de amplificare pentru antenă colectivă.

În aceste condiții semnalul la borna de antenă poate să depășească nivele de 100 mV. Televizorul se poate comporta, ca și cînd ar avea un defect în circuitul de RAA și ar prezenta defectul de „RAA blocat". Pentru verificare se va intercala între borna de antenă și cablul de semnal, un atenuator fix de 20 dB (divizor 1 : 10 în tensiune). În aceste condiții receptorul trebuie să se comporte corect pe post la acționarea acordului, nu trebuie să mai apară fenomenul similar defectului „RAA blocat".

3.2.4. Eficacitatea RAA

Caracteristica de reglare automată a amplificării definește interdependența între nivelele de ieșire ale semnalelor video, respectiv audio și nivelul semnalului de intrare.

Eficacitatea RAA este variația (exprimată în dB) necesară, a nivelului semnalului la intrare (sub nivelul semnalului maxim utilizabil la intrare) pentru o reducere de valoare dată a nivelului semnalului de ieșire.

Metoda de măsurare. Se aplică unui receptor de televiziune acordat, un semnal de televiziune cu modulație normală pentru imagine și cu modulație normală pentru sunet.

Se ajustează organele de comandă a amplificării pentru obținerea tensiunii de ieșire video normale, la un nivel de intrare egal cu nivelul maxim utilizabil și o putere de audiofrecvență pe sarcina echivalentă, egală cu jumătate din puterea maximă utilizabilă.

Se variază apoi nivelul semnalului la intrare, păstrînd constant raportul dintre nivelele semnalelor de frecvență purtătoare imagine și sunet, egal cu 6 dB și se măsoară tensiunea de ieșire video și puterea audio pe sarcina echivalentă. Pentru un nivel al semnalului la intrare egal cu sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot pe calea de imagine, semnalele de ieșire, tensiunea video și puterea audio nu trebuie să scadă cu mai mult de 3 dB (de 1,4 ori).

Defectele care pot fi depistate prin măsurarea eficacității circuitului de RAA sînt de două feluri:

— *a* — lipsă dinamică RAA spre semnale mari;

— *b* — lipsă dinamică RAA spre semnale, mici.

În ambele situații, simultan cu verificarea funcționării receptorului în condițiile unui semnal variabil la borna de antenă, se vor măsura variațiile tensiunilor de RAA pe AFI și pe selector. O măsurătoare concludentă este măsurătoarea fără semnal. În această situație, tensiunile de RAA trebuie să corespundă cu valorile indicate în schemă pentru amplificarea maximă a AFI și a selectorului. Simultan pe ecran trebuie să apară un „zgomot" puternic. Dacă pe ecran nu apare „zgomotul" caracteristic lipsei semnalului și tensiunea de RAA — corespund amplificării maxime, există o întrerupere pe calea de semnal. Dacă simultan cu lipsa zgomotului pe imagine una din tensiunile de RAA (sau ambele) nu este corespunzătoare, defectul este în circuitul de RAA.

La aplicarea semnalului la borna de antenă, se vor urmări variațiile tensiunilor de RAA. Tensiunea de RAA pe AFI trebuie să sesizeze prezența celui mai mic semnal aplicat receptorului. Tensiunea de RAA pe selectorul de canale trebuie să se modifice numai pentru semnale mai mari

de 2—5 mV, la borna de antenă (funcționarea corectă a circuitului — de întîrziere a RAA pentru selector). În cazul lipsei dinamicii de RAA la semnale mari tensiunile de RAA nu-și efectuează excursiile complete. De obicei RAA pe selectorul de canale poate fi inactiv.

În multe situații eficacitatea redusă a RAA, nu se poate sesiza în exploatarea curentă, datorită lipsei nivelelor mari de semnal care să evidențieze defectul.

3.2.5. Definiția pe orizontală și definiția pe verticală

. Definiția pe orizontală și definiția pe verticală se exprimă prin numărul de linii care pot fi destinse pe fasciculele verticale respectiv orizontale corespunzătoare unei mire normale. (Definiția mai este denumită și rezoluție).

Metoda de măsurare. Receptorului acordat i se aplică un semnal de frecvență purtătoare imagine de nivel normal și avînd modulația normală cu mira normală. Se ajustează organele de comandă pentru a obține tensiunea de ieșire video normală.

Se determină pe fasciculele de definiție ale mirei normale definiția în centrul și în colțurile ecranului. Valorile obținute depind de reglajul focalizării. Focalizarea va fi ajustată astfel încît să se obțină compromisul optim pentru ansamblul definițiilor (în centru și în colțuri).

În cazul în care mira nu conține fascicule pentru aprecierea definiției se pot folosi cîmpurile cu linii verticale avînd frecvențe cunoscute.

Relația de calcul este:

D (linii) $= 81 f$ $\quad D =$ definiția

$f =$ frecvența maximă a cîmpului vizibil (MHz)

O definiție (sau rezoluție) redusă poate avea două cauze principale:

— tub cinescop uzat, cu defocalizare puternică;

— dereglarea căii de semnal.

Cazul tubului cinescop, cu grad avansat de uzură nu trebuie detaliat, deoarece pe lîngă lipsa rezoluției și apariția unor defocalizări puternice, pe imaginile cu cîmpuri albe strălucitoare imaginea capătă un aspect „sticlos" specific tuburilor cinescop cu emisie catodică redusă.

În cazul lipsei definiției, datorită dereglării sau a unor defecte pe calea de semnal, se impun următoarele verificări:

a) Se verifică curba de transfer a etajului final de videofrecvență. Se reglează circuitul de rejecție a sunetului propriu pe frecvența de 6,5 MHz. Se verifică corecțiile care asigură lărgimea caracteristicii de transfer a etajului final video.

b) Se verifică curba de transfer a AFI și se refac reglajele ce se impun. Se verifică o curbă globală a AFI, incluzînd și circuitul acordat pe FI din colectorul mixerului din FIF. Se verifică pozițiile corecte ale circuitelor de rejecție.

c) Se verifică reglajele selectorului, în special, alinierea oscilatorului, în cazul în care s-a deplasat frecvența oscilatorului local.

3.2.6. Selectivitatea globală a receptorului şi protecţia împotriva semnalelor perturbatoare

Diverse semnale nedorite pot interfera cu semnalul util în canalul pe care receptorul este acordat. Aceste semnale nedorite pot pătrunde în receptor în acelaşi mod cu semnalul util, atunci cînd spectrul lor se găseşte complet sau parţial în canalul pe care receptorul este acordat. Spectrul lor se poate afla în afara acestui canal, dar receptorul poate răspunde semnalului perturbator, datorită unei selectivităţi insuficiente.

Semnalele nedorite pot de asemenea să pătrundă în receptor şi în alt mod, fie prin acţiunea directă asupra elementelor de circuit, fie prin reţea.

Alte răspunsuri nedorite pot apare în interiorul receptorului avînd efect negativ asupra caracteristicilor imaginii sau a sunetului.

Efectele semnalelor nedorite pe imagine şi sunet depind în primul rînd de etajele de recepţie şi sincronizare ale receptorului. Pentru determinarea acestor efecte nu există metode obiective de determinare, ci numai încercări subiective care pot fi efectuate şi pot descrie reacţiile receptorului la diferite tipuri de semnale perturbatoare.

În principal ne vom ocupa numai de caracteristica de selectivitate globală a receptorului de televiziune, care ne dă o primă informaţie asupra calităţii receptorului.

Caracteristica de selectivitate globală este caracteristica de răspuns amplitudine frecvenţă a receptorului, de la antenă pînă la detectorul video.

Metoda de măsurare. (Metoda cu un singur semnal).

Se aplică la intrarea receptorului acordat un semnal de frecvenţă purtătoare imagine cu modulaţie normală.

Măsurarea selectivităţii se face cel puţin pentru două nivele ale semnalului la intrare şi anume:

— nivelul corespunzător sensibilităţii limitate de raportul semnal-zgomot;

— nivelul normal.

Ca aparatură de măsură la ieşire se va folosi un osciloscop pentru tensiunea de ieşire video şi un wattmetru pentru puterea audio la ieşire.

Se ajustează organele de comandă ale receptorului pentru a obţine la ieşire tensiunea video, normală, respectiv audio normală. Pentru fiecare din nivelele menţionate ale semnalului la intrare se substituie polarizarea produsă de circuitele de RAA, cu o polarizare exterioară fixă, corespunzătoare nivelului respectiv.

După această operaţie se înlocuieşte modulaţia normală cu o modulaţie sinusoidală echivalentă şi se ajustează nivelul semnalului de intrare pînă ce se obţine la ieşire o tensiune video cu 12 dB sub valoarea normală.

Dacă tensiunea de ieşire este însoţită de zgomot între aparatul de măsură de la ieşire şi ieşirea amplificatorului de videofrecvenţă se va intercala un filtru acordat pe frecvenţa de modulaţie (uzual 1 000 Hz).

Se variază frecvenţa semnalului la intrare într-un domeniu care să cuprindă frecvenţele purtătoare ale canalelor adiacente, luînd un număr suficient de puncte intermediare. De fiecare dată se ajustează şi se notează nivelul semnalului aplicat la intrarea televizorului, pentru a obţine aceeaşi tensiune video la ieşire (cu 12 dB sub tensiunea video normală).

Observaţie: La receptoarele cu control automat al frecvenţei, acesta se va scoate din funcţiune în timpul măsurărilor.

Rezultatele vor fi prezentate sub formă grafică (curba de selectivitate globală) sau sub formă de tabele indicîndu-se raportul dintre nivelul semnalului aplicat la intrare și nivelul corespunzător al semnalului avînd frecvența egală cu frecvența purtătoare a canalului pe care se face măsurătoarea. Raportul se exprimă în dB.

Pe curba caracteristică trebuie indicate punctele caracteristice importante, respectiv atenuările corespunzătoare anumitor frecvențe:

— frecvența purtătoare de imagine a canalului propriu;
— frecvența purtătoare de sunet a canalului propriu;
— frecvența purtătoare de imagine a canalului adiacent superior;
— frecvența purtătoare de sunet a canalului adiacent inferior.

În tabel se vor indica atenuările pentru următoarele domenii de frecvență:

$$f_{pi} - 3\,\text{MHz} \leqslant f \leqslant f_{pi} - 1{,}5\,\text{MHz}$$
$$f_{pi} + 6{,}5\,\text{MHz} \leqslant f \leqslant f_{pi} + 8\,\text{MHz}$$
$$f_{pi} + 8\,\text{MHz} \leqslant f \leqslant f_{pi} + 9{,}5\,\text{MHz}$$

În domeniile indicate se vor căuta atenuările minime, corespunzătoare maximelor din zonele de frecvență indicate pe curba de selectivitate (fig. 3.4).

Perturbațiile produse de canalele adiacente sînt deosebit de supărătoare. Practic peste postul util, recepționat, se suprapune sau conținutul de imagine al canalului adiacent superior, sau programul sonor al canalului adiacent inferior. În astfel de situații, se verifică forma curbei de selectivitate a AFI-imagine. În principiu trebuie să fie puternic atenuate atît purtătoarele cît și domeniile apropiate purtătoarelor de imagine și sunet ale canalelor adiacente. Singura soluție este introducerea suplimentară a unui circuit de rejecție, în domeniul canalului adiacent perturbator. Circuitul de rejecție poate fi un simplu circuit serie sau un circuit de rejecție în „T podit". În cazul în care perturbatorul este canalul inferior (purtătoarea de sunet), rejecția suplimentară va fi poziționată în jurul frecvenței de 40,5 MHz. Dacă perturbatorul este canalul adiacent superior, circuitul suplimentar de rejecție trebuie să acționeze în jurul frecvenței de 29 MHz.

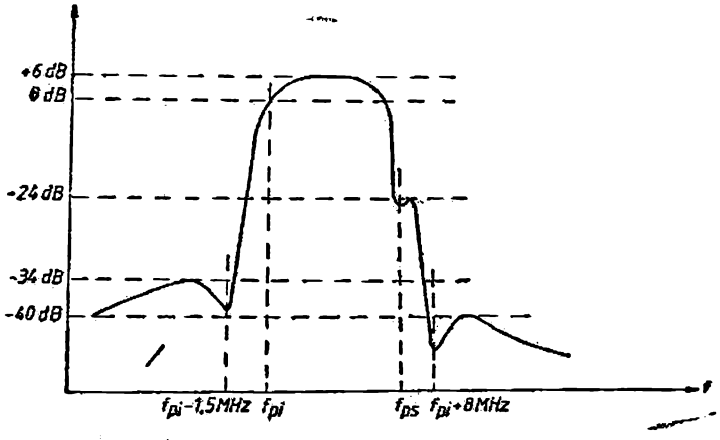

Fig. 3.4. Caracteristica de selectivitate globală.

În acest fel atenuarea frecvențelor din domeniul canalului adiacent perturbator pot ajunge la 40—50 dB.

Poziționarea în circuit a rejecției suplimentare trebuie făcută cu grijă, pentru a nu modifica forma globală a curbei de selectivitate.

3.2.7. Brumul de strălucire

Este o perturbație electromagnetică de frecvență joasă datorită rețelei de alimentare cu energie electrică și care se traduce prin benzi orizontale luminoase și întunecoase pe imaginea de televiziune.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului acordat un semnal de frecvență egală cu a purtătoarei de imagine, cu modulație normală. Elementele de reglaj a amplificării se poziționează pe maxim. Cu un osciloscop se măsoară pe catodul tubului cinescop amplitudinea semnalului video (fără impulsurile de sincronizare) U_v. Se măsoară amplitudinea vîrf la vîrf a brumului în semnalul video, U_{br}.

Raportul acestor amplitudini, exprimat în dB, reprezintă valoarea brumului de strălucire:

$$\Phi_{br} = 20 \log \cdot \frac{U_v}{U_{br}}$$

Brumul de strălucire pe imagine poate proveni nu numai din etajul de alimentare de la rețea, ci și din etajul de baleiaj vertical. Diferența este că brumul de rețea indiferent de frecvența lui (50 Hz sau 100 Hz) este mobil pe imagine, în timp ce brumul prezent din etajul de baleiaj vertical este fix. Cel mai supărător este brumul mobil, chiar dacă are amplitudinea mai mică, decît brumul fix.

Înlăturarea brumului pe imagine se realizează în cazul televizoarelor alimentate cu tensiuni stabilizate prin urmărirea brumurilor suprapuse peste tensiunile de alimentare.

În anumite situații pot apărea brumuri pe imagine, fără a avea brum pe tensiunile de alimentare. În astfel de situații se vor verifica punctele din schema electrică în care apar impedanțe mari (de exemplu: trasee ale tensiunilor de varicap) și fire lungi care pot capta brumul din cîmpul ambiant.

3.2.8. Variația frecvenței oscilatorului funcție de încălzire

Variația frecvenței oscilatorului local funcție de încălzire, se definește prin variația frecvenței de acord sub acțiunea factorilor fizici (temperatura rezultată prin autoîncălzire) pentru o anumită poziție a elementelor de reglaj.

Metoda de măsurare. Măsurarea se face după ce receptorul a fost întrerupt un timp suficient, în care toate părțile lui componente au ajuns la temperatura mediului ambiant. La intrarea receptorului acordat se aplică un semnal de frecvență purtătoare de imagine avînd modulația și nivelul normale.

Timp de 2 ore, începînd cu 2 minute de la apariția imaginii pe ecran, se determină periodic (de exemplu din 10 în 10 minute) variațiile frecvenței de acord.

Generatorul de semnal utilizat trebuie să fie intrat în regim normal de funcționare, astfel ca frecvența purtătoare de imagine să nu mai varieze (după aproximativ 2 ore de funcționare).

Frecvența de acord se poate măsura cu un frecvențmetru, măsurînd frecvența oscilatorului local din selector sau prin măsurarea frecvenței intermediare imagine.

Pentru fiecare determinare se calculează alunecarea frecventei oscilatorului cu relația:

$$f = f_2 - f_1$$

în care: f_1 — frecvența măsurată inițială;
f_2 — frecvența măsurată la un moment dat.

Valoarea maximă a lui f se consideră „alunecarea maximă a frecvenței de acord". Se poate trasa și un grafic la scară liniară, curba alunecării frecvenței oscilatorului (exprimată în kHz) funcție de timp, exprimat în minute.

După cum se știe; „alunecarea frecvenței" oscilatorului local, cu autoîncălzirea, este rezultatul derivei frecvenței de acord a circuitului oscilant. Atît inductanțele cît și condensatoarele își modifică valorile cu temperatura. Pentru compensarea modificării inductanțelor, coeficienții de variație cu temperatura, a condensatoarelor de acord trebuie să aibă valori negative mari. De la utilizarea condensatoarelor ceramice cu dielectric tip U, avînd coeficientul de variație cu temperatura de $-750 \cdot 10^{-6}$°C s-a trecut la condensatoarele ceramice cu coeficienți de $-1\,500$, $-2\,200$ și $-3\,000 \cdot 10^{6}$/°C. Totuși, măsurile de precauție luate, nu sînt suficiente pentru emisiunile difuzate în UHF. Din acest motiv, pentru păstrarea stabilității recepției s-au introdus și în receptoarele de televiziune circuitele de CAF.

În cazul în care un receptor, fără circuit de CAF, funcționînd în UHF are o „alunecare a frecvenței" oscilatorului local, care îl scoate de pe post, soluția este înlocuirea selectorului respectiv. Pentru remedierea fenomenului sau limitarea lui la valori acceptabile se vor înlocui condensatoarele de acord din oscilatorul local cu altele de același tip. Datorită toleranțelor componentelor, se impune reluarea operațiunii de aliniere a oscilatorului local. Avînd în vedere dificultatea efectuării operațiilor și aparatura complexă utilizată, aceste operațiuni vor fi efectuate numai de personal strict specializat.

3.2.9. Variația dimensiunilor imaginii

Variația dimensiunilor imaginii se definește prin variația procentuală a dimensiunilor imaginii sub acțiunea unor agenți fizici.

Variația dimensiunilor imaginii cu autoîncălzire se definește prin abaterea dimensiunilor imaginii (înălțimea și lățimea) față de valorile nominale, timp de 2 ore, începînd după 2 minute de la apariția imaginii.

Metoda de măsurare. La intrarea receptorului acordat se aplică un semnal de televiziune cu nivel normal, grad de modulație normal și mire normală, conținînd ca desen obligatoriu un caroiaj alb pe cîmp gri cu aproximativ 18 pătrate pe orizontală. Funcționarea receptorului se întrerupe pe o perioadă suficientă pentru ca toate părțile sale funcționale să capete temperatura ambiantă. După două minute de la pornire se determină periodic înălțimea și lățimea imaginii, pînă în momentul stabilizării lor (curentul de fascicul se va menține constant).

Dimensiunile imaginii unui receptor se pot măsura fie pe o fotografie 1 : 1 luată de pe axul optic al tubului cinescop sau prin măsurarea dimen-

siunilor cu un catetometru. Dimensiunile imaginii se pot măsura și pe benzi înguste de hîrtie milimetrică lipite verticale și orizontal pe mijlocul laturilor orizontale și verticale ale tubului cinescop pe care se pot marca dimensiunile instantanee ale imaginii.

$$\Delta D = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \cdot 100\ (\%)$$

D_2 — dimensiunea finală a imaginii;
D_1 — dimensiunea inițială a imaginii;
ΔD — variația procentuală a dimensiunii.

În cazul în care variația dimensiunilor imaginii cu autoîncălzirea depășește prevederile din STAS-ul de parametrii, cauzele trebuie căutate în:

— variația tensiunii de alimentare;

— modificarea valorilor unor componente din baleiajul vertical sau orizontal.

Modificarea tensiunii de alimentare este sesizabilă prin măsurare directă. În acest caz sînt suspectate componentele din stabilizatorul de tensiune, care alcătuiesc amplificatorul de eroare și elementul de referință. Modificarea valorilor acestor componente duce automat la modificarea tensiunii de ieșire a stabilizatorului.

În cazul în care tensiunea de alimentare nu variază, se vor verifica componentele din etajele finale de baleiaj vertical sau baleiaj orizontal. Metoda de depistare a componentei care își modifică valoarea cu autoîncălzire este următoarea:

— se va sufla cu aer rece asupra componentelor bănuite a genera modificarea dimensiunilor, pînă se va observa revenirea la dimensiunea inițială. Se va încerca localizarea componentei.

— se va încălzi componenta, cu aer cald (uscător de păr) sau cu ciocanul de lipit. Fenomenul trebuie să se manifeste din nou.

Se va analiza regimul de funcționare a componentei depistate. Se va înlocui cu altă componentă identică, în cazul în care componenta avea un defect de fabricație. În cazul în care nu este piesa de vină, se va monta alta care va funcționa în regim termic acoperitor.

Variația dimensiunilor imaginii cu modificarea curentului de fascicul al tubului cinescop se determină ca la punctul anterior, cu diferența că se modifică strălucirea imaginii și se măsoară dimensiunile minime și maxime în condițiile unui curent minim pentru o imagine abia vizibilă și pentru un curent de fascicul bine determinat, 100 μA pentru TV portabile și 200 μA pentru TV staționare.

În cazul în care, variația dimensiunilor imaginii cu curentul de fascicul, depășește limitele din STAS cauza este în mod evident rezistența internă mare a sursei de FIT. Se vor verifica prin înlocuire dioda redresoare FIT și transformatorul de linii. În cazul diodelor redresoare FIT este de dorit să fie utilizate diode redresoare cu siliciu. Avantajul acestora este dat de căderea mică de tensiune în conducție directă, deci existența unei tensiuni redresate mai mari și a unei rezistențe directe mici.

În cazul în care transformatorul de linii prezintă impedanță mare a sursei de FIT, motivul este acordul incorect pe armonica a 3-a. Există anumite construcții de transformatoare de linii, la care acordul pe armonica a 3-a este ajustabil, putîndu-se obține acordul optim. În general însă transformatoarele de linii au acordul realizat din construcție. Se pot

face cîteva verificări, modificînd valoarea condensatorului de acord al întoarcerii. Față de valoarea nominală a condensatorului din montaj, se pot utiliza două valori diferite, una cu 10% mai mare și alta cu 10% mai mică. Dacă nu se sesizează o îmbunătățire a acordului și deci o reducere a variațiilor dimensiunilor imaginii cu curentul de fascicul, se va recurge la înlocuirea transformatorului de linii.

3.2.10. Distorsiunile de contur ale imaginii

Distorsiunile de contur ale imaginii rezultă din abaterile în raport cu un dreptunghi de contur maxim vizibil, avînd aproximativ formatul imaginii corecte.

Metoda de măsurare. Pentru această măsurare imaginea ideală este caroiajul de linii subțiri albe pe cîmp gri sau negru. Aprecierile se vor face pe dreptunghiul maxim vizibil pe ecran. Determinarea distorsiunilor de contur ale imaginii se poate face pe fotografia imaginii la scară 1 : 1 luată de pe axul optic al tubului cinescop, sau direct pe imaginea reprodusă pe ecran prin măsurarea cu un catetmetru a elementelor necesare, conf. fig. 3.5.

În principiu distorsiunile de contur sînt proprii bobinelor de deflexie. În cazul în care aceste distorsiuni nu pot fi reduse și sînt supărătoare se va proceda la înlocuirea bobinei de deflexie. În anumite situații însă poate fi vinovat tubul cinescop. Cauza poate fi centrarea incorectă a tunului electronic. În cazul în care, prin scoaterea bobinei de deflexie de pe gîtul tubului cinescop, fasciculul de electroni nu cade în centrul geometric al ecranului, tunul electronic nu este centrat. Dacă abaterea de centrare este foarte mare, de domeniul centimetrilor, depășind prevederile din norma internă de produs, bobina de deflexie nu poate reface geometria corectă a imaginii și se impune înlocuirea tubului cinescop.

În anumite situații, unele distorsiuni de contur pot apare din funcționarea defectuoasă a receptorului TV.

Un exemplu de acest sens este modificarea tensiunii FIT în ritmul baleiajului vertical. Acest fenomen poate apare la televizoarele la care etajul final de baleiaj vertical este alimentat din etajul final de baleiaj orizontal. În astfel de situații se va recurge la mărirea condensatoarelor de filtraj din alimentarea baleiajului vertical. Acest contur, prezentat în fig. 3.5, satisface în general și trebuie reprodus cu rezultatele încercărilor. Dacă o distorsiune de un anumit tip predomină, ea poate fi măsurată conform următoarelor metode:

Se notează vîrfurile A, B, C și D și se trasează liniile ajutătoare AB, BC, CD, DA, KF și HE cu $AE = EB$; $BF = FC$; $CH = HD$; $DK = KA$ (fig. 3.5).

Săgeata maximă a conturului față de dreapta AB se notează cu a_1 dacă este spre interior sau cu a_2 dacă este spre exterior.

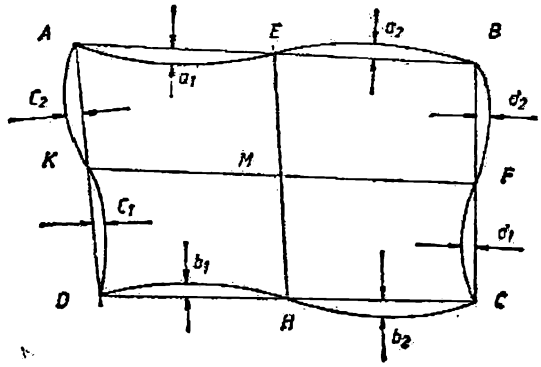

Fig. 3.5. Distorsiunile de contur ale imaginii.

Notînd în acelaşi fel abaterile celorlalte laturi ale patrulaterului se definesc următoarele distorsiuni în procente:

a) Distorsiune orizontală tip butoi (dacă nu se pot măsura decît a_2 şi b_2)

$$B_H = 2\frac{a_2 + b_2}{AD + BC} \cdot 100\ (\%)$$

b) Distorsiune orizontală tip pernă (dacă nu se pot măsura decît a_1 şi b_1)

$$P_H = 2\frac{a_1 + b_1}{AD + BC} - 100\ (\%)$$

c) Distorsiune verticală tip butoi:

$$B_V = 2\frac{c_2 + d_2}{AB + CD} \cdot 100\ (\%)$$

d) Distorsiune verticală tip pernă:

$$P_V = 2\frac{c_1 + d_1}{AB + CD} \cdot 100\ (\%)$$

e) Distorsiune orizontală de tip trapez

$$T_H = \frac{AD - BC}{AD + BC} \cdot 100\ (\%)$$

f) Distorsiune verticală de tip trapez:

$$T_V = \frac{AB - DC}{AB + DC} \cdot 100\ (\%)$$

3.2.11. Distorsiuni de neliniaritate ale baleiajului

Se disting distorsiuni de neliniaritate pe verticală şi distorsiuni de neliniaritate pe orizontală.

Distorsiunea de neliniaritate pe orizontală sau pe verticală reprezintă abaterea relativă de viteză, pe orizontală respectiv pe verticală, a spotului de baleiaj, proiectat pe un plan perpendicular pe axa centrală a suprafeţei de reproducere a imaginii. Abaterea relativă de viteză este diferenţa, între viteza aparent instantanee şi viteza medie a spotului de baleiaj în deplasarea sa pe suprafaţa ecranului tubului cinescop.

Metoda de măsurare. La intrarea receptorului de televiziune, acordat, se aplică semnalul de televiziune modulat cu o imagine test, reprezentînd un caroiaj alb pe fond negru.

Pentru determinarea distorsiunilor de neliniaritate caroiajul trebuie să aibă cel puţin 10 pătrate pe orizontală.

Distanţa dintre două puncte de intersecţie vecine, a caroiajului, se consideră ca măsură a vitezei instantanee.

Distanța totală parcursă de la o margine a caroiajului la cealaltă, se consideră ca măsură a vitezei medii.

$$d_m \leqslant \frac{D}{n}$$

d_m este dimensiunea medie a pătratului.
D este dimensiunea totală a caroiajului reprodus.
n este numărul de pătrate reproduse.

Măsurînd fiecare pătrat se poate calcula abaterea δ de la dimensiunea medie „d_m".

$$\delta = \frac{d - d_m}{d_m} \cdot 100\ (\%)$$

d este dimensiunea pătratului pentru care se face calculul abaterii de liniaritate.

δ este distorsiunea de liniaritate, exprimată în procente

Deci: $\delta = \frac{nd - D}{D} \cdot 100$

Distorsiunea de liniaritate δ are valori pozitive și negative. Se reține, abaterea maximă pozitivă, în procente și abaterea maximă negativă, tot în procente.

Măsurătorile se fac pe o fotografie a imaginii de pe ecran, luată de pe axul optic al ecranului. Pentru operativitate (abaterile sînt mici) măsurătorile pot fi făcute direct pe ecranul tubului cinescop, cu ajutorul hîrtiei milimetrice.

Aprecierea organoleptică cea mai eficientă, asupra liniarității baleiajului se face pe o imagine test care conține un cerc cu diametrul mare.

3.2.12. Domeniul de sincronizare

Domeniul de sincronizare, (domeniul de prindere, domeniul de menținere a sincronizării) este domeniul de frecvență în care un generator de baleiaj poate fi comandat prin impulsurile de sincronizare.

Domeniul de prindere este domeniul de variație a frecvențelor de oscilație liberă a unui generator de baleiaj, în limitele căruia impulsurile de sincronizare pot sincroniza generatorul.

Domeniul de menținere este domeniul de variație a frecvențelor de oscilație liberă a unui generator de baleiaj în limitele căruia generatorul fiind sincronizat, rămîne sincronizat.

Domeniul de menținere este mai mare decît domeniul de prindere. Din acest motiv cel mai important domeniu de sincronizare este domeniul de prindere.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului acordat un semnal de televiziune de frecvență purtătoarea imagine cu modulație și nivel normale.

Prin manevrarea organelor de comandă a frecvenței generatorului de baleiaj respectiv, se determină două poziții corespunzătoare intrării generatorului în sincronism, venind din starea nesincronizată. Cu ajutorul unui frecvențmetru se determină frecvența liberă de oscilație a generatorului de baleiaj.

În cazul în care organele de comandă a sincronizării nu sînt accesibile, măsurătorile se vor face cu un semnal de televiziune modulat cu un semnal test special. Semnalul test special are frecvența impulsurilor de sincronizare variabilă. Determinarea celor două frecvențe limită ale domeniului de prindere se face prin variația frecvenței impulsurilor de sincronizare.

Domeniul de prindere al generatoarelor de baleiaj poate fi apreciat ca satisfăcător sau nesatisfăcător în urma cîtorva verificări funcționale. Astfel se verifică comportarea sincronizării la acțiunea acordului. La revenirea din poziția dezacordat în situația acordat, sincronizarea trebuie să se facă instantaneu și fără ezitări. Se vor face cîteva comutări de pe postul pe care este acordat receptorul, pe o tastă pe care nu există program și se revine. Sincronizarea trebuie să fie instantanee. De asemenea se verifică comportarea la opriri și porniri repetate ale receptorului de televiziune. Este de dorit ca oscilatorul de baleiaj orizontal să aibă frecvența de 15625 Hz plasată în centrul plajei de prindere și nu asimetric. Frecvența liberă a oscilatorului de baleiaj vertical să fie mai mică și în apropierea frecvenței de 50 Hz.

3.2.13. Dinamica reglajului de contrast

Dinamica reglajului de contrast este variația (exprimată în dB) nivelului semnalului video, pe catodul tubului cinescop, pentru modificarea de la maxim la minim a poziției organului de comandă a contrastului.

Metoda de măsurare. Se aplică receptorului acordat, un semnal de televiziune cu nivel normal cu modulația normală pentru imagine, cu un grad de modulație al imaginii de 100% și cu modulație normală pentru sunet. Se determină cu ajutorul unui osciloscop amplitudinile (U_{max} și U_{min}) ale semnalului video corespunzător pozițiilor de maxim și minim ale organelor de comandă a contrastului. Dinamica reglajului de contrast se determină cu ajutorul expresiei:

$$D_K = 20 \log \cdot \frac{U_{max}}{U_{min}} - \text{(dB)}$$

3.3. Parametrii funcționali pentru calea de sunet și metode de măsurare

3.3.1. Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot

Sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot este nivelul minim al semnalului la intrarea receptorului, pentru care se obține un raport semnal-zgomot de valoare dată, admis ca limită pentru un sunet de calitate acceptabilă.

Raportul semnal-zgomot este raportul dintre puterea de ieșire normală și puterea de ieșire corespunzătoare zgomotului.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului de televiziune acordat, un semnal de televiziune cu modulație normală pentru imagine și sunet.

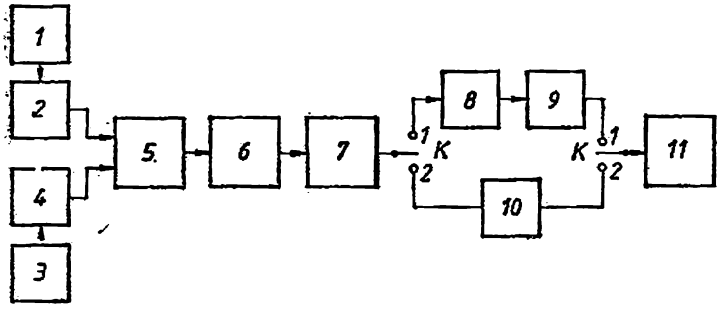

Fig. 3.6. Schema montajului pentru măsurarea raportului semnal-zgomot pe calea de sunet.

1 — Generator de mică; *2* — Generator de semnal (MA); *3* — Generator de audiofrecvență; *4* — Generator de semnal (MF); *5* — Antenă artificială; *6* — Receptor TV; *7* — Sarcină echivalentă; *8* — Filtru trece bandă 1000 Hz; *9* — Atenuator; *10* — Filtru trece bandă 300—15 000 Hz; *11* — Voltmetru de valori eficace.

Se stabilește un raport de 6 dB între nivelele semnalelor de frecvență purtătoare imagine și sunet. Puterea audio de ieșire se determină cu ajutorul unui voltmetru de valori eficace conectat la bornele sarcinii echivalente. Se ajustează potențiometrul de volum, pentru obținerea puterii de ieșire audio normale (50 mW sau 500 mW). Se micșorează nivelul semnalului de televiziune la intrare și se măsoară valoarea eficace a tensiunii de zgomot la intrare și se măsoară valoarea eficace a tensiunii de zgomot pe sarcina echivalentă, cu modulația de 1 000 Hz suprimată (fig. 3.6).

Se micșorează nivelul semnalului de televiziune la borna de antenă pînă se citește pe voltmetrul de valori eficace un nivel al zgomotului, corespunzător unei puteri de zgomot cu 26 dB mai mică decît puterea audio normală. Valoarea eficace a tensiunii de zgomot, corespunzătoare raportului stabilit, este de 20 de ori mai mică decît valoarea eficace a tensiunii sinusoidale de 1 kHz. În cazul în care se face măsurarea cu osciloscopul, se va ține cont de relația:

$$U_{zgvv} = 6\, U_{zgef}$$

valabilă pentru zgomotul din domeniul de audiofrecvență. În aceste condiții valoarea vîrf-vîrf a zgomotului trebuie să fie:

$$U_{zgvv} = \frac{1}{8{,}5}\, U_{vv_i}$$

U_{vv_i} este amplitudinea vîrf la vîrf a semnalului de audiofecvență avînd frecvența de 1 kHz, corespunzătoare puterii audio normale.

Nivelul semnalului de televiziune corespunzător sensibilității limitate de raportul semnal-zgomot pe calea de sunet se referă la nivelul purtătoarei de imagine.

Practic sunetul trebuie să însoțească imaginea pînă la limita de vizibilitate a imaginii pe ecranul receptorului TV. În cazul în care sunetul dispare înaintea imaginii trebuie verificat AFI sunet (rereglat) și AFI-imagine. Pentru îmbunătățirea sensibilității pe calea de sunet, se poate face circuitului de rejecție a sunetului propriu o modificare în AFI, vizînd

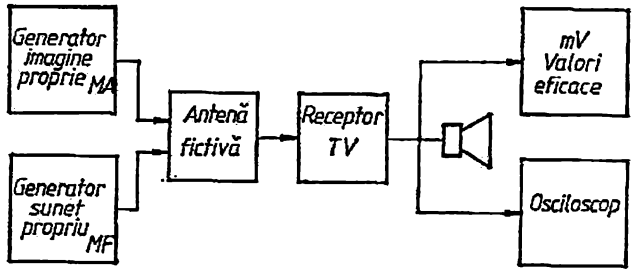

Fig. 3.7. Schema montajului pentru măsurarea nivelului zgomotului global în receptorul TV.

ridicarea palierului. Simultan se va verifica corectitudinea reglajului rejecției pe 6,5 MHz din etajul final de videofrecvență, pentru a preîntîmpina „apariția sunetului pe imagine".

3.3.2. Nivelul zgomotului la ieșire

Nivelul zgomotului la ieșire, se definește prin toate componentele de audiofrecvență nedorite, care au altă proveniență decît semnalul util și anume: brum de rețea, brum de deflexie, brum de interferență, etc. Efectul perturbațiilor depinde de valoarea eficace, de forma de undă a semnalului perturbator și de caracteristica amplitudine-frecvență a lanțului acustic al receptorului.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului TV, acordat, un semnal de televiziune cu modulație normală pentru imagine (cu imagine albă) și sunet. În timpul măsurării, difuzorul trebuie să rămînă în poziția sa normală (nu se scoate din circuit) (fig. 3.7). Componentele de zgomot se măsoară cu un milivoltmetru pentru valori eficace, respectiv cu un osciloscop, la bornele difuzorului (pentru vizualizarea formei și amplitudinilor impulsurilor perturbatoare).

Măsurarea se va face în două situații:

a) pentru nivel variabil la intrare cu reglajul de volum și de ton pe poziție fixă. Reglajul de volum este prereglat pentru puterea audio maxim utilizabilă, după care se suprimă modulația purtătoarei de sunet:

b) pentru reglajul de volum la minim. În această situație zgomotul măsurat se numește zgomot rezidual al receptorului.

Rezultatele măsurărilor se exprimă în dB, fiind raportul dintre valoarea puterii audio maxim utilizabile și puterea eficace a zgomotului.

În general zgomotele care apar în difuzor apar din spectrul semnalului de videofrecvență, în cazul în care AFI-sunet are o bandă prea largă de trecere. Se impune rereglarea AFI-sunet și îngustarea caracteristicii amplitudine-frecvență a filtrului acordat pe 6,5 MHz.

Zgomotul rezidual al receptorului se datorește în cele mai multe cazuri cuplajelor parazite dintre etajele de baleiaj, traseele de videofrecvență, cu intrarea etajului de audiofrecvență. Cuplajele parazite apar, prin trasee de masă, firele de pe placa potențiometri. În anumite situații poate fi de vină și potențiometrul de volum, dacă prezintă rezistență de capăt și nu reduce volumul la zero.

3.3.3. Caracteristica de fidelitate electrică

Caracteristica de fidelitate electrică reprezintă relaţia dintre tensiune la bornele sarcinii audio şi frecvenţa de modulaţie pentru un nivel constant la intrarea receptorului TV.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului acordat, un semnal de televiziune la nivel normal, cu modulaţie normală pentru imagine şi modulaţie sinusoidală pentru sunet. Gradul de modulaţie pentru sunet trebuie să fie de 30% ($\Delta f = 15$ kHz).

Se ajustează reglajul de volum pînă se obţine o putere la ieşire, cu 10 dB mai mică decît puterea maxim utilizabilă, avînd frecvenţa de modulaţie de 1 kHz. Montajul de măsură este asemănător cu cel din fig. 13.7., cu precizarea că difuzorul va fi înlocuit cu o sarcină echivalentă.

Se variază frecvenţa de modulaţie în gama frecvenţelor acustice, menţinîndu-se gradul de modulaţie constant. Se măsoară valoarea eficace a semnalului de audiofrecvenţă, la ieşire. Măsurarea se efectuează pentru două poziţii ale reglajului de tonalitate, corespunzătoare respectiv benzii de trecere maxime şi minime, în audiofrecvenţă.

Frecvenţele de măsură sînt frecvenţe fixe: 31,5 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1 000 Hz; 2 000 Hz; 4 000 Hz; 8 000 Hz şi eventual 16 000 Hz.

Se va trasa o curbă cu variaţia raportului dintre puterea semnalului la o anumită frecvenţă şi puterea semnalului la 1 000 Hz. Raportul va fi exprimat în dB.

În timpul măsurării se va scoate din funcţiune circuitul de dezaccentuare dacă generatorul purtătoarei de sunet nu are un circuit de preaccentuare înainte de efectuarea modulaţiei în frecvenţă.

3.3.4. Puterea maxim utilizabilă

Puterea de ieşire maxim utilizabilă este puterea care se obţine la ieşire cu un grad de distorsiuni neliniare de 10%.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului TV, un semnal de televiziune avînd nivel normal, modulaţie normală pentru imagine şi modulaţie în frecvenţă cu $\Delta f = 50$ kHz pentru sunet. Raportul dintre nivelele semnalelor de frecvenţă purtătoare imagine şi sunet se fixează egal cu 6 dB. Organul de comandă al tonalităţii se fixează corespunzător benzii maxime de trecere.

Se variază în trepte volumul şi se măsoară de fiecare dată puterea de ieşire şi coeficientul de distorsiuni. Se trasează la scară liniară, variaţia coeficientului de distorsiuni, exprimat în procente, funcţie de puterea de ieşire, exprimată în W. Se determină din grafic, pentru factorul de distorsiuni de 10%, mărimea puterii de ieşire maxim utilizabile.

Acest parametru poate fi îmbunătăţit acţionînd în două puncte ale căii de sunet:

— din demodulatorul de MF. Se reglează curba în „s" a modulatorului simetrică faţă de frecvenţa centrală de 6,5 MHz şi cu o distanţă cît mai mare între vîrfurile „S"-ului.

— din etajul final de audiofrecvență. Se va urmări ca semnalul de 1 000 Hz să intre în limitare simetric, sus și jos. În caz contrar, se va încerca ajustarea tensiunii mediane a etajului final (considerînd că avem un etaj final în contratimp, clasă B) pînă la apariția limitării simultane a alternanțelor pozitive și negative ale semnalului de ieșire.

3.4. Parametrii funcționali specifici receptorului de televiziune în culori

3.4.1. Sensibilitatea limitată de decodarea culorilor

Sensibilitatea limitată de decodarea culorilor este reprezentată de nivelul minim al semnalului de televiziune color la care imaginea color este acceptabilă, sau circuitul de blocare automată a culorii intră în funcțiune.

Metoda de măsurare. Se aplică la intrarea receptorului de televiziune color un semnal de televiziune, modulat normal și avînd nivelul normal.

Dacă receptorul TV este un receptor bisistem (PAL-SECAM), măsurarea se va face în ambele sisteme.

Se va avea în vedere ca semnalul aplicat la intrarea receptorului TV să nu fie însoțit de semnale perturbatoare, care pot da interferențe sau intermodulații.

Se reduce nivelul semnalului la borna de antenă a televizorului pînă cînd circuitul de blocare automată a culorii intră în funcțiune și comută pe imagine alb-negru. Se citește valoarea tensiunii electromotoare a generatorului care furnizează purtătoarea de imagine.

Sensibilitatea limitată de decodarea culorii este un parametru electric ce poate fi afectat de multe elemente.

Înainte de toate este afectat de sensibilitatea limitată de raportul semnal-zgomot al receptorului.

Un receptor cu o sensibilitate limitată de raportul semnal-zgomot, slabă, va avea și sensibilitatea limitată de decodarea culorilor, redusă.

Măsurile ce se pot lua și verificările ce pot fi făcute în direcția creșterii sensibilității limitate de raportul semnal-zgomot au fost prezentate la punctul 3.2.2.

Se va verifica și caracteristica amplitudine frecvență a amplificatorului de videofrecvență. Se verifică poziția rejecției sunetului propriu.

Problemele funcționale cele mai complicate le ridică însă decodorul de culoare.

De la început trebuie precizat că în cazul decodoarelor bisistem, sensibilitatea pe SECAM este mai slabă decît sensibilitatea pe PAL.

Determinante pentru o decodare eficientă sînt toate reglajele pînă la nivelul circuitelor de identificare, inclusiv. Se va verifica circuitul clopot de la intrare (SECAM), circuitul de RAA pe PAL, identificarea pe SECAM și PAL, funcționarea cît mai exactă a circuitului comutator de sistem.

În anumite condiții de recepție în prezența unor semnale perturbatoare puternice, sînt comandate eronat, circuitele de identificare și deci comutatorul de sistem a circuitului de blocare automată a culorii.

În astfel de situații se poate face verificarea funcționării receptorului TV color cu comutare forțată. În cazul unor rezultate pozitive se poate adopta soluția unui comutator manual de sistem cu scoaterea din funcțiune a comutatorului automat intern.

3.4.2. Eroarea de coincidență

Eroarea de coincidență apare datorită diferențelor dintre timpii de întîrziere de grup ai amplificatorului de luminanță și căii de culoare.

Pe ecran se manifestă sub forma unei deplasări a culorilor față de imaginea alb-negru corespunzătoare.

Metoda de măsurare: La intrarea receptorului de televiziune se aplică un semnal de televiziune de nivel normal, avînd modulația normală cu un semnal video — color format din bare color cu saturația de 25%. Se montează un osciloscop cu două canale pe ieșirea amplificatorului de luminanță (înainte de matriciere) și pe ieșirea canalului $R - Y$ (tot înaintea etajului de matriciere).

Se va măsura diferența de timp între saltul verde-violet, din semnalul $R - Y$ la 50% din nivelul saltului și punctul corespondent din semnalul de luminanță, care corespunde valorii de 50% din nivelul semnalului de luminanță.

3.4.3. Eroarea de convergență

Eroarea de convergență este abaterea de la convergența statică și dinamica ideală.

Metoda de măsurare: La intrarea receptorului TV se aplică un semnal de televiziune, un nivel normal, avînd modulație normală pentru imagine. Mira test este mira de convergență, care conține un caroiaj alb pe fond negru și puncte albe în centrul pătratelor.

Metode de măsurare. Reglajele de lumină și contrast sînt astfel poziționate ca efectul de defocalizare să nu apară. Se măsoară pe ecran distanțele care apar între fasciculele de electroni pentru roșu, verde și albastru. Se vor urmări liniile albe verticale și orizontale. Se vor consemna abaterile maxime, care apar, funcție de zonele în care s-au făcut măsurările.

Zona A, este un cerc cu centrul în centrul geometric al ecranului, avînd diametrul 0,75 din înălțimea ecranului.

Zona B, este suprafața cuprinsă între zona A și un cerc concentric cu primul, dar avînd diametrul egal cu 1,1 din înălțimea ecranului.

Zona C este exteriorul zonei B.

Pentru ușurarea aprecierilor și măsurărilor, se poate decupla tunul electronic care nu dă eroare de convergență.

Capitolul 4

Înregistrarea magnetică a sunetului și imaginii

4.1. Generalități.

Înregistrarea magnetică a sunetului a căpătat o mare răspîndire în ultimele decenii datorită avantajelor pe care le are față de procedee ca înregistrarea mecanică și optică. Dintre aceste avantaje se pot menționa următoarele: simplitatea înregistrării combinată cu posibilitatea de control a calității prin redarea simultană, calitatea înaltă concretizată printr-o bandă largă a semnalelor înregistrate la distorsiuni neliniare mici, folosirea multiplă a benzilor magnetice prin ștergerea înregistrărilor anterioare, redarea imediată a programului înregistrat.

Datorită acestor avantaje, prin intensificarea cercetărilor din ultimii 15 ani, înregistrarea magnetică a fost extinsă și asupra semnalelor video. Pentru a permite o înțelegere mai ușoară, la început se vor prezenta cîteva proprietăți fundamentale ale magnetismului.

Componența magnetică a cîmpului elctromagnetic este caracterizată de intensitatea cîmpului magnetic notată cu H. Ea reprezintă forța care acționează într-un punct oarecare asupra masei magnetice unitare. Dacă în fiecare punct al cîmpului magnetic vom prezenta intensitatea cîmpului cu o mică săgeată și vom uni săgețile cu o linie continuă, vom obține un spectru de linii de forță. Acestea sînt întotdeauna linii închise care ies din polul nord al magnetului generator de cîmp și intră în polul sud.

Numărul total al liniilor de forță care străbate o secțiune formează fluxul magnetic ($\varnothing$), iar densitatea liniilor de forță care pătrund prin unitatea de suprafață a unui material magnetic se numește inducție magnetică și se notează cu B.

Relația care leagă intensitatea cîmpului, de inducția magnetică este:

$$B = \mu H \tag{4.1}$$

Mărimea μ poartă denumirea de permeabilitate absolută. Ea este produsul dintre permeabilitatea vidului μ_0 și permeabilitatea relativă μ_r.

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0 \tag{4.2}$$

Din acest punct de vedere materialele se împart în trei categorii: materiale diamagnetice la care $\mu_r < 1$; materiale paramagnetice la care $\mu_r \simeq 1$; materiale feromagnetice la care $\mu_r > 1$.

În cazul corpurilor feromagnetice relația 4.1 este neliniară; μ nu are o valoare constantă, fiind dependentă de B. Dacă se reprezintă grafic

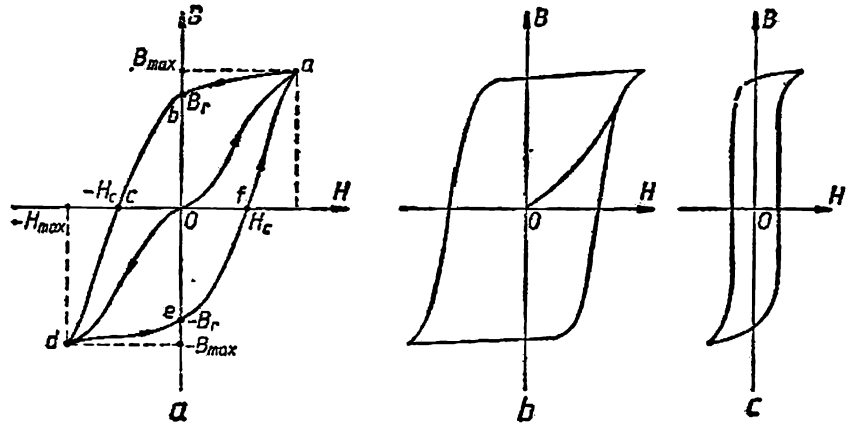

Fig. 4.1. Ciclul de histerezis:
a — caracteristicile unui ciclu de histerezis; *b*) — ciclul de histerezis pentru materiale magnetice dure; *c* — ciclul de histerezis pentru materiale magnetice moi.

relația care există între densitatea de flux sau inducția magnetică B și intensitatea cîmpului magnetic H care produce această inducție, se obține o curbă numită ciclu de histerezis (fig. 4.1.*a*).

La creșterea intensității H, inducția B crește la început mai încet după care urmează o porțiune mai lungă cu pantă mai accentuată și apoi iar o creștere din ce în ce mai lentă datorită intrării în saturație a materialului. Aceasta este porțiunea de curbă (*oa*) caracterizată prin faptul ca în punctul *a* inducția nu mai poate crește peste valoarea B_{max} chiar dacă se mărește intensitatea H. Dacă se scade treptat intensitatea cîmpului la zero, atunci inducția urmează curba *ab*. Pentru H egal cu zero, inducția B nu dispare avînd o valoare pozitivă B_r care depinde de natura materialului magnetic. Această valoare poartă denumirea de *inducție remanentă*. Ea se „păstrează" în material și după întreruperea cîmpului magnetic. În cazul măririi cîmpului în sens contrar se constată că inducția B devine nulă în punctul *c* pentru o valoare negativă a cîmpului notată cu $-H_c$. Această mărime, care este caracteristică fiecărui material, se numește *forță coercitivă* și este o măsură a forței cu care materialul magnetic rezistă demagnetizării.

Creșterea în continuare a lui H determină descrierea porțiunii de curbă *cd* cînd în final se atinge din nou saturația materialului. Scăderea lui H pînă la zero și apoi creșterea lui completează curba de histerezis cu porțiunea *defa*. Menționăm că ramura *oa* se numește curbă de primă magnetizare și ea se obține numai cînd materialul este demagnetizat.

Curba de histerezis descrisă cuprinde un ciclu întreg de magnetizare: magnetizare pozitivă, demagnetizare, magnetizare negativă, demagnetizare. Cele două mărimi — inducția remanentă și forța coercitivă — specifice fiecărui material feromagnetic, sînt proprietăți utilizate în înregistrarea magnetică.

Dată fiind relația neliniară dintre B și H, atunci cînd se dă permeabilitatea unui material, se specifică și valoarea intensității H a cîmpului

magnetic iar magnetizarea se consideră făcîndu-se după curba de primă magnetizare.

Dacă într-un cîmp magnetic alternativ se introduc materiale feromagnetice atunci în acestea apar pierderi datorate ciclului de histerezis la care sînt supuse. Schimbările inducției magnetice au loc totdeauna cu întîrziere față de schimbările intensității cîmpului magnetic care magnetizează materialele. Energia pierdută prin histerezis este proporțională cu suprafața curbei și cu frecvența cîmpului magnetic alternativ. Suprafața depinde în mare măsură de forța coercitivă.

Pe baza proprietăților de mai sus, materialele magnetice se împart în materiale dure și moi.

Materiale feromagnetice dure — sînt caracterizate prin magnetizare remanentă și forță coercitivă mari. Suprafața curbei de histerezis (fig. 4.1.*b*) este mare, permeabilitatea fiind mică. Aceste materiale se utilizează la confecționarea benzilor magnetice. Pentru o bună înregistrare este necesară o magnetizare remanentă mare, iar pentru evitarea demagnetizării avem nevoie de o forță coercitivă mare.

Materialele feromagnetice moi — prezintă forță coercitivă mică, magnetizare remanentă mai mică, permeabilitate mare și suprafață a ciclului mică (fig. 4.1.*c*). Capetele magnetice se realizează din aceste materiale. La înregistrare este necesar ca inducția magnetică care apare în miezul capului să urmărească fidel variațiile curentului de magnetizare. Aceasta se poate asigura dacă forța coercitivă este mică și dacă la întreruperea excitației, magnetizarea remanentă este neglijabilă. Întrucît la redare energia de care se dispune este foarte mică, este necesară o permeabilitate foarte mare astfel încît în înfășurarea capului să se inducă o tensiune suficientă.

Pierderile de magnetizare prin histerezis sînt proporționale cu suprafața ciclului și cu frecvența magnetizărilor. Prin utilizarea curenților de înaltă frecvență pentru ștergere, materialele moi sînt cele mai recomandate din acest punct de vedere.

Ca materiale moi utilizate la construcția capetelor menționăm aliajele de feronichel cu denumirile comerciale: permalloy și miumetal. Circuitul închis al liniilor de forță poate fi asimilat cu un circuit electric. Echivalentul curentului este fluxul magnetic ($\varnothing$), tensiunea electrică este înlocuită cu forța magnetomotoare (F) iar rezistența electrică, cu reluctanța (R_m). Prin analogie cu rezistența electrică, reluctanța este dată de relația:

$$R_m = \frac{l}{\mu s} \tag{4.3}$$

unde l este lungimea liniei de forță medie din material, s este secțiunea transversală iar μ este permeabilitatea materialului. Aceasta din urmă are rolul conductivității din circuitul electric.

Conectarea reluctanțelor în serie și paralel se face după legile de conectare a rezistențelor.

Formula legii lui Ohm pentru un circuit magnetic este:

$$\Phi = \frac{F}{R_m} \tag{4.4}$$

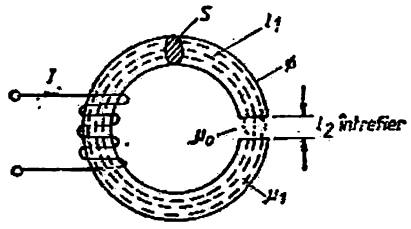

Fig. 4.2. Fluxul magnetic al unui electromagnet cu întrefier.

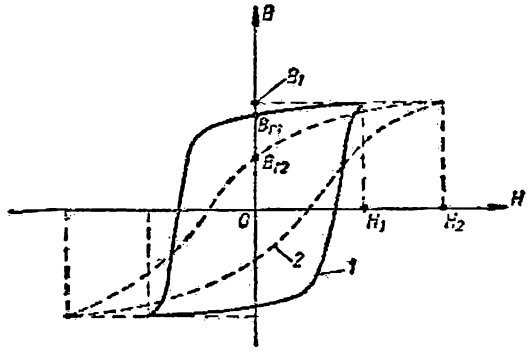

Fig. 4.3. Influența întrefierului asupra ciclului de histerezis:
a — ciclul de histerezis fără întrefier; *b* — ciclul de histerezis cu întrefier cu aer.

În fig. 4.2 se prezintă un electromagnet unde bobina, care are un număr de spire egal cu N, este parcursă de curentul I. Circuitul magnetic prin care circulă fluxul Φ este realizat din miezul magnetic cu o lungime medie l_1 și întrefierul l_2.

Forța magnetomotoare F este proporțională cu produsul dintre numărul de spire N și intensitatea I a curentului iar reluctanța este suma reluctanței miezului și a întrefierului:

$$R_m = R_{m1} + R_{m2} = \frac{l_1}{\mu_1 s} + \frac{l_2}{\mu_0 s} \tag{4.5}$$

Prin ciclul de histerezis al unui material feromagnetic se înțelege de regulă ciclul obținut pentru o mostră din acel material care are o formă închisă, de exemplu inelară.

În practică omogenitatea circuitelor magnetice este întreruptă de prezența unui întrefier. În acest caz forța magnetomotoare care se aplică circuitului magnetic se va pierde în mare parte de-a lungul întrefierului iar ciclul de histerezis va fi înclinat (fig. 4.3).

Dacă circuitul magnetic nu conține întrefier, magnetizarea maximă B_1 se obține pentru un cîmp H_1 care dacă este înlăturat rezultă inducția remanentă B_{r1} (curba *1*). În prezența unui întrefier cu aer reluctanța crește foarte mult astfel că pentru obținerea aceleași inducții maxime B_1 este necesar un cîmp H_2 mai mare. După înlăturarea acestui cîmp, inducția remanentă B_{r2} este mai mică (curba *2*).

Gradul de înclinare depinde de raportul dintre lungimea inelului feromagnetic și lungimea întrefierului iar fenomenul se numește *demagnetizare*. Barele magnetice lungi au o demagnetizare foarte mică iar barele scurte prezintă o demagnetizare cu atît mai importantă cu cît lungimea lor este mai mică. Acest lucru este deosebit de important la înregistrarea frecvențelor relativ înalte.

Menționăm că mărimile magnetice de mai sus precum și unitățile de măsură au fost prezentate la începutul volumului I.

În general procesul de înregistrare constă din trei operații: înregistrarea propriu-zisă, redarea și ștergerea. În continuare se prezintă separat principiile înregistrării sunetului și imaginii.

4.2. Înregistrarea magnetică a sunetului

4.2.1. Înregistrarea propriu-zisă

Energia acustică este transformată prin intermediul unui microfon în energie electrică care este amplificată în mod corespunzător. Rezultă un curent proporţional cu sunetul iniţial care va alimenta o bobină. Acesta va permite obţinerea unui cîmp magnetic proporţional cu energia acustică. Valoarea cîmpului magnetic creşte prin utilizarea unui miez feromagnetic cu permeabilitate foarte mare (materiale moi). Bobina cu miezul magnetic alcătuieşte capul de înregistrare.

Înregistrarea este procesul prin care cîmpul magnetic variabil produce o magnetizare remanentă pe banda magnetică în mişcare care este purtătorul de sunet. În cazul înregistrării unei oscilaţii periodice (sinusoidale), lungimea de bandă magnetică înregistrată timp de o perioadă (T) a oscilaţiei se numeşte *lungime de undă* (λ). Dacă viteza de deplasare a benzii este v; atunci există relaţia:

$$\lambda = \frac{v}{f} = v \cdot T \qquad (4.6)$$

Magnetofoanele şi casetofoanele moderne utilizează o magnetizare longitudinală a benzii, adică pe direcţia de mişcare. (fig. 11.4).

Întrefierul capului de înregistrare, introducînd o discontinuitate a circuitului magnetic, produce în dreptul lui un cîmp magnetic de dispersie care realizează magnetizarea benzii. Acest cîmp, în lipsa benzii magnetice, este prezentat în fig. 4.5*a*. Liniile de cîmp magnetic sînt obligate să se închidă prin plăcuţa nemagnetică din interior şi prin aer. În prezenţa benzii din material magnetic, cu reluctanţă scăzută, majoritatea liniilor de forţă se vor închide prin aceasta (fig. 4.5*b*). Se observă că liniile de cîmp ies din capul de înregistrare înainte de întrefier şi intră după întrefier. Ca

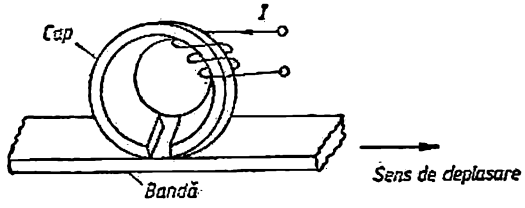

Fig. 4.4. Magnetizarea longitudinală.

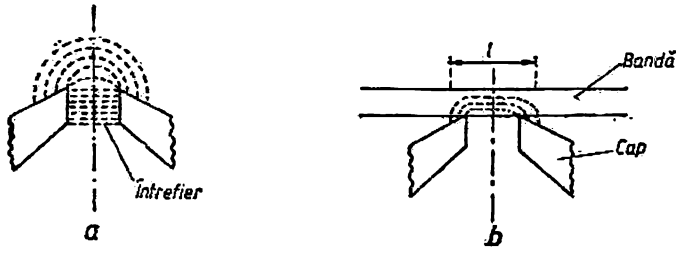

Fig. 4.5. Distribuţia cîmpului magnetic în faţa întrefierului capului de înregistrare:
a — fără bandă magnetică; *b* — în prezenţa benzii magnetice.

urmare apare un întrefier efectiv de lungime l mai mare ca cel fizic. Dacă raportul dintre permeabilitatea miezului și permeabilitatea benzii este mare, întrefierul efectiv este apropiat ca mărime de cel fizic, iar dacă raportul este mic, întrefierul efectiv este mare față de întrefierul fizic. Mărimea întrefierului efectiv este un element important de care depinde înregistrarea frecvențelor înalte. Un întrefier efectiv mare are un efect negativ asupra înregistrării frecvențelor înalte.

Banda magnetică, trecînd prin dreptul capului de înregistrare, este magnetizată de cîmpul magnetic de dispersie din dreptul întrefierului pînă la o valoare a inducției magnetice. Trecînd de întrefier inducția scade pînă la o valoare a inducției remanente B_r care depinde de material și de starea lui magnetică. În bandă va rămîne deci o magnetizare remanentă proporțională cu cîmpul magnetizant corespunzător energiei acustice. Materialul magnetic al benzii poate fi considerat ca fiind format din mici dipoli magnetici elementari care în lipsa cîmpului exterior sînt orientați cu totul dezordonat. Are loc o anulare reciprocă a forțelor, avînd ca rezultat o magnetizare nulă a benzii (fig. 4.6*a*). În prezența unui flux magnetic produs de întrefier, dipolii elementari se vor orienta în direcția cîmpului. Cu cît cîmpul este mai puternic, cu atît numărul de magneți orientați este mai mare. Dacă se înregistrează o oscilație cu perioada T care conform relației (4.6) corespunde la o lungime de undă λ, atunci porțiunea de bandă cu magneți elementari orientați în aceiași direcție are lungimea $\lambda/2$ (fig. 4.6*c*). Această porțiune poate fi considerată ca fiind echivalentă cu un magnet unic orientat de-a lungul benzii (fig. 4.6*d*).

În fig. 4.7 se prezintă fluxul magnetic creat de banda magnetică pe care s-a înregistrat un semnal sinusoidal. $\varnothing_i$ reprezintă fluxul interior iar Φ_e fluxul exterior. Acesta din urmă conține o parte corespunzătoare părții active a benzii (*1*) și o altă parte corespunzătoare părții inactive (2). În paragraful anterior s-a arătat că porțiunea de aer din circuitul magnetic micșorează valoarea magnetizării remanente a benzii introducînd astfel

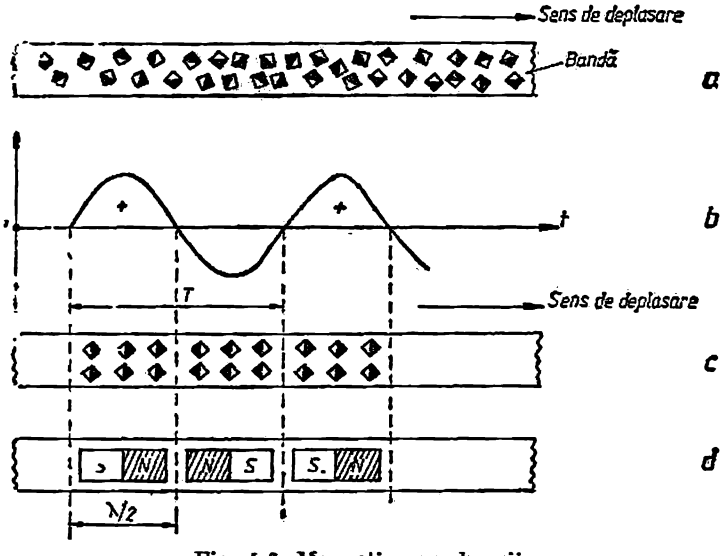

Fig. 4.6. Magnetizarea benzii:
a — banda nemagnetizată; *b* — variația fluxului magnetic; *c*, *d* — banda magnetizată.

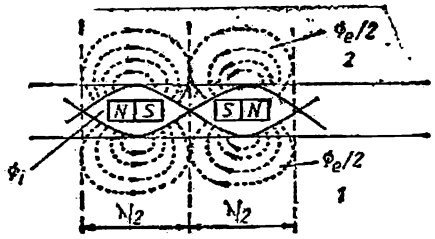

Fig. 4.7. Fluxul interior și exterior la o bandă magnetizată.

o atenuare. Această atenuare este cu atît mai mare, cu cît este mai mare lungimea drumului prin aer în raport cu lungimea magnetului în semiundă. Prin micșorarea lungimii de undă, adică la creșterea frecvenței, atenuarea benzii se mărește.

Din punct de vedere practic, este mai puțin important de cunoscut inducția B din banda magnetică cînd acesta trece prin dreptul capului de înregistrare și mult mai importantă este inducția remanentă B_r care există după ce banda a depășit întrefierul. Curba care arată relația dintre intensitatea cîmpului magnetic H creat de capul de înregistrare (proporțional cu curentul din cap și deci cu semnalul care trebuie înregistrat) și inducția remanentă B_r poartă numele de *caracteristică de transfer*. Pentru reducerea distorsiunilor, banda magnetcă înainte de trecerea prin fața capului de înregistrare este în prealabil demagnetizată de capul de ștergere astfel că imprimarea se va face după o caracteristică de transfer identică cu prima curbă de magnetizare (fig. 4.8).

La aplicarea unui cîmp magnetic sinusoidal H inducția remanentă obținută în bandă nu are formă sinusoidală datorită neliniarității caracteristicii în jurul originii. Întrucît aceasta este simetrică, apar armonici impare din care cea mai importantă este armonica a treia.

Pentru înlăturarea acestui inconvenient există două posibilități: înregistrare cu polarizare de curent continuu și înregistrare cu polarizare prin curent cu frecvență ultrasonoră numit și curent de înaltă frecvență. Polarizarea prin curent continuu constă în deplasarea punctului de funcționare din origine în zona cu maximum de liniaritate. Aceasta se realizează prin introducerea în înfășurarea capului a unui curent continuu care datorită simetriei caracteristicii poate fi pozitiv sau negativ, așa cum se arată în fig. 4.9.

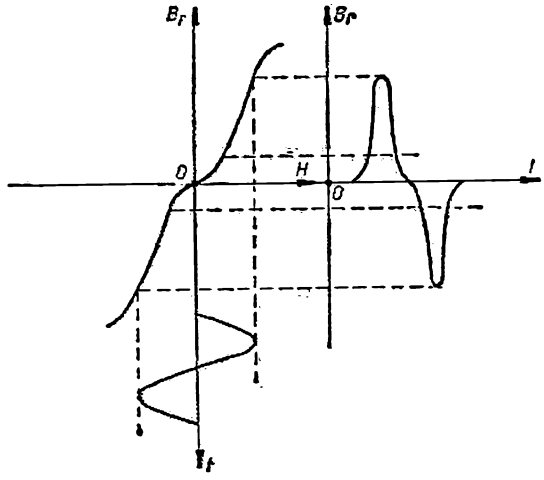

Fig. 4.8. Înregistrarea benzii magnetice fără polarizare.

Datorită zgomotului provocat de neomogenitatea materialului magnetic al benzii, dinamica înregistrării este mică (cca 35 dB), distorsiunile sînt mari, și de aceea această variantă nu se mai utilizează.

Prin utilizarea polarizării cu curent de înaltă frecvență se înlătură aceste dezavantaje. Metoda

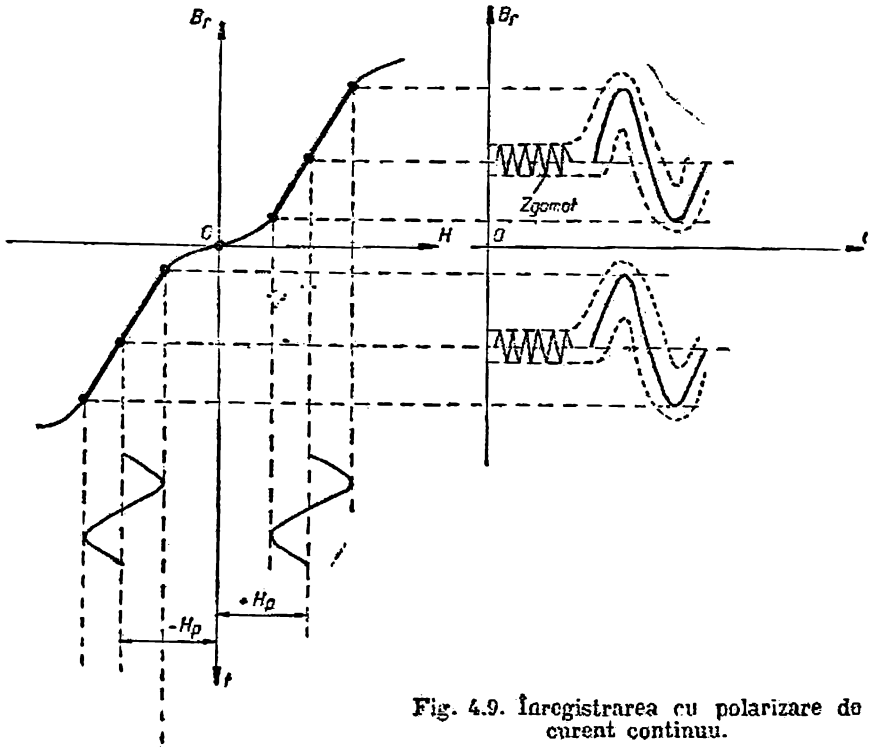

Fig. 4.9. Înregistrarea cu polarizare de curent continuu.

constă în introducerea în capul de înregistrare a unui curent a cărui frecvență să fie mai mare decît limita superioară a spectrului sonor (16—20 kHz), iar intensitatea de două-trei ori mai mare decît aceea a curentului de AF folosit. (fig. 4.10).

Prin adunarea în capul de înregistrare a semnalului de înaltă frecvență *(1)* cu semnalul de audiofrecvență *(2)* se obține un curent de înaltă frecvență care are vîrfurile pe două înfășurătoare paralele ce variază în ritmul frecvenței joase. Dacă amplitudinile celor două semnale sînt alese în mod corespunzător, este posibil ca cele două înfășurătoare să fie plasate în zonele liniare (linie groasă) ale caracteristicii de transfer. Din figură se observă că oscilațiile de înaltă frecvență ale inducției remanente sînt puternic distorsionate la nivele mici ale cîmpului H în timp ce vîrfurile corespunzătoare curentului de audiofrecvență sînt nedistorsionate. Oscilațiile de înaltă frecvență nu se înregistrează practic pe bandă datorită unor cauze ca viteză relativ mică de deplasare a benzii sau creșterea atenuărilor cu frecvența în bandă magnetică. Ca urmare, semnalul (inducția remanentă) care rămîne pe bandă *(5)* reproduce oscilația de audiofrecvență.

În cazurile în care nu există componentă de audiofrecvență, datorită magnetizărilor pozitive și negative simetrice, valoarea medie este nulă, spre deosebire de soluția cu polarizare cu curent continuu unde se produce o magnetizare într-un singur sens. Aceasta determină reducerea zgomotelor și mărirea dinamicii înregistrării, fiind astfel posibilă și înregistrarea unor semnale slabe.

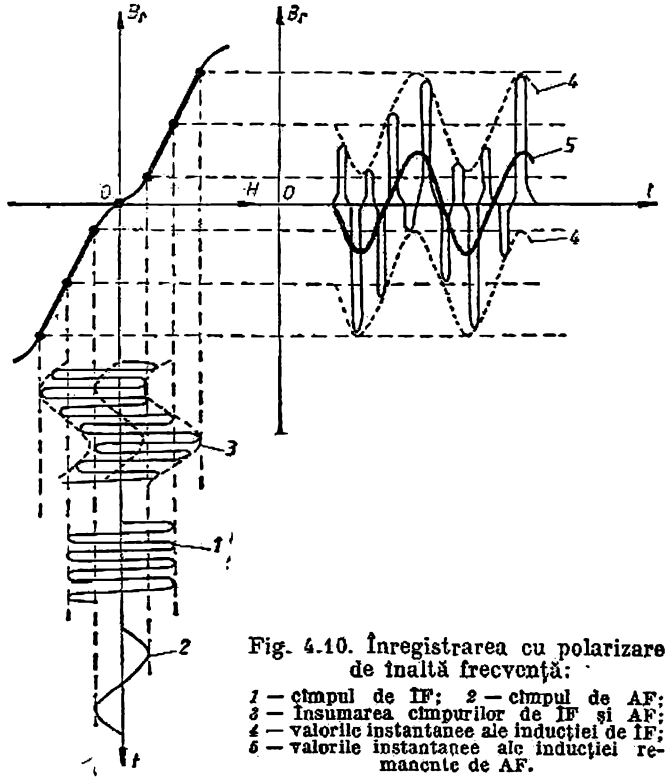

Fig. 4.10. Înregistrarea cu polarizare de înaltă frecvență:
1 — cîmpul de IF; *2* — cîmpul de AF; *3* — însumarea cîmpurilor de IF și AF; *4* — valorile instantanee ale inducției de IF; *5* — valorile instantanee ale inducției remanente de AF.

Frecvența curentului de polarizare este cuprinsă practic între 40 kHz și 100 kHz. Valoarea de jos este limitată de condiția ca acest curent să fie de 3—5 ori mai mare decît frecvența audio maximă înregistrată, pentru a se evita apariția unor bătăi supărătoare cauzate de neliniaritatea caracteristicii de transfer. De asemenea, ea se alege în funcție și de viteza de deplasare a benzii. Cu cît viteza este mai mare cu atît frecvența este mai ridicată.

Limita superioară de 100 kHz este determinată de creșterea pierderilor în cap cu frecvența prin curenți turbionari.

Amplitudinea curentului de polarizare I_p depinde de tipul de bandă și de capul de înregistrare utilizat. Ea se alege printr-un compromis între inducția remanentă, tensiunea de zgomot și factorul de distorsiuni a căror variație de principiu este prezentată în fig. 4.11.

Punctul de funcționare al unei benzi indică un anumit curent de audiofrecvență și de polarizare, a cărui utilizare este avantajoasă atît din punct

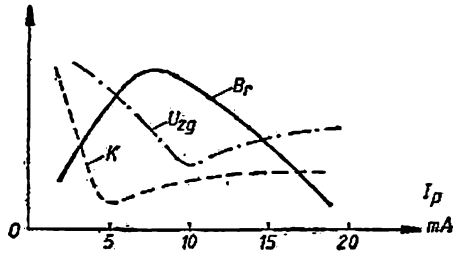

Fig. 4.11. Variația inducției remanente B_r, a tensiunii de zgomot U_{zg} și a factorului de distorsiuni neliniare K în funcție de curentul de polarizare I_p.

de vedere al remanenței cît și al coeficientului de distorsiuni și zgomotului modulator. Dacă se ia în considerare și existența unor mici variații ale curentului de polarizare; rezultă că trebuie evitat ca punctul de funcționare să fie în apropierea unui minim sau maxim pronunțat. Creșterea peste măsură a curentului de polarizare este dezavantajoasă în cazul înregistrării frecvențelor audio înalte, în timp ce descreșterea lui sub o anumită limită este dezavantajoasă din punct de vedere al raportului optim semnal/zgomot.

4.2.2. Redarea

Redarea este procesul prin care magnetizarea remanentă variabilă a benzii magnetice produsă la înregistrare, este transformată în semnal electric corespunzător. Fluxul magnetic exterior al benzii care se deplasează cu aceeași viteză ca la înregistrare prin fața capului de redare, induce în acesta o forță electromotoare după cum se prezintă în fig. 4.12.

În paragraful anterior s-a arătat că în cazul înregistrării unui semnal sinusoidal, banda magnetică poate fi echivalată cu o succesiune de magneți de lungime $\lambda/2$ care alternează ca orientare. Fluxul acestor magneți se închide în mod normal prin aer. Dacă o porțiune de bandă ajunge în dreptul întrefierului capului de redare, atunci liniile de cîmp vor urma traseul cu rezistență (reluctanță) magnetică mică al miezului. Fluxul fiind variabil (datorită deplasării permanente a benzii), conform legii inducției, în înfășurarea capului apare o forță electromotoare proporțională cu numărul de spire, permeabilitatea miezului și cu frecvența semnalului înregistrat.

Dacă semnalul înregistrat are o frecvență joasă, magneții în $\lambda/2$ echivalenți sînt de lungime mare și variația de flux pe unitatea de timp (în care banda se deplasează) este mică. Rezultă o tensiune mică. Cu cît frecvența crește, cu atît viteza de variație a fluxului este mai mare și tensiunea crește proporțional.

Reprezentarea grafică a forței electromotoare induse în funcție de frecvență (pentru o remanență constantă ca amplitudine) în cazul ideal este o dreaptă cu panta de 6 dB/octavă. Aceasta înseamnă că dacă frecvența crește la dublu, atunci și tensiunea crește la dublu. (fig. 4.13).

În realitate, caracteristica de frecvență a capului de redare se abate la frecvențe mari de la legea de variație liniară. Aceasta este o consecință a dimensiunii finite a întrefierului care din anumite motive inclusiv tehnologice nu poate fi coborîtă sub cîțiva microni.

În fig. 4.14*a* se prezintă redarea unui semnal de frecvență joasă. Întrefierul are lățimea *a*. După cum s-a prezentat în paragraful anterior, datorită raportului finit dintre permeabilitatea miezului capului de redare și permeabilitatea benzii, în evoluția fenomenelor apare un întrefier efectiv cu lățimea a_e. La frecvențe joase, magneții echivalenți în $\lambda/2$

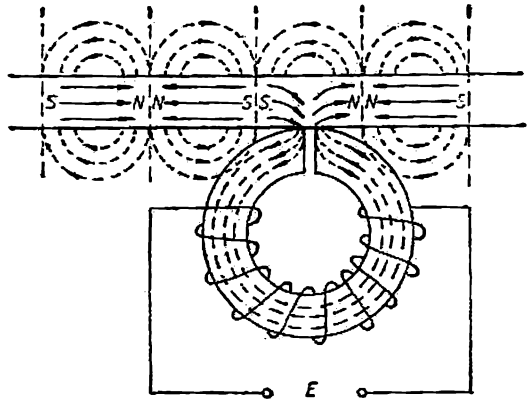

Fig. 4.12. Redarea benzii magnetice înregistrate.

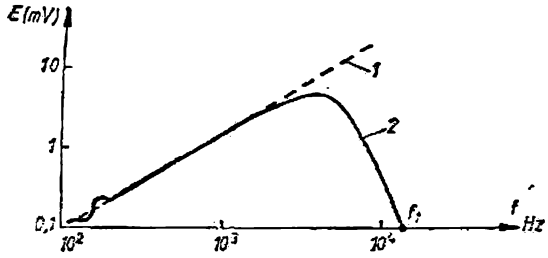

Fig. 4.13. Caracteristica de frecvenţă a capului de redare:
1 — caracteristica ideală; *2* — caracteristica reală.

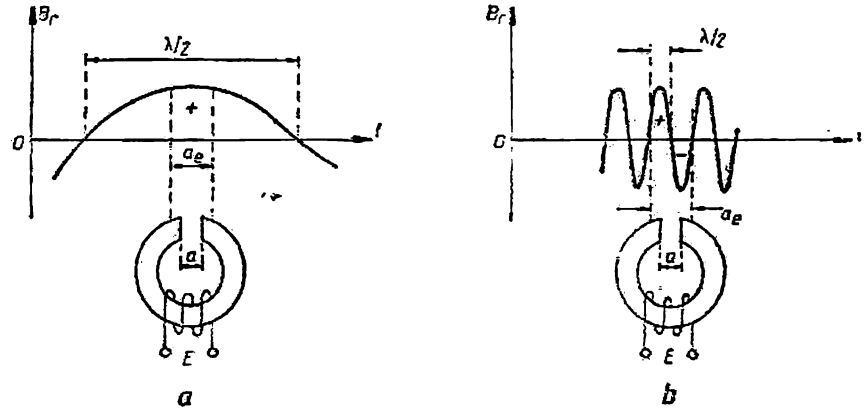

Fig. 4.14. Redarea semnalelor cu frecvenţă variabilă:
a — semnal cu frecvenţă joasă; *b* — semnal cu frecvenţă înaltă.

ai benzii induc în înfăşurarea capului o tensiune care este proporţională cu frecvenţa semnalului recepţionat.

Datorită creşterii frecvenţei semnalului înregistrat, se poate ajunge în situaţia cînd lăţimea efectivă a întrefierului devine egală cu lungimea de undă (fig. 4.14*b*). În acest caz, în spaţiul întrefierului efectiv sînt cuprinşi doi magneţi în $\lambda/2$ care se găsesc în opoziţie ca plaritate. Liniile de forţă ale fluxului magnetic se închid direct prin întrefier şi nu prin capul de redare. Rezultă deci că forţa electromotoare va fi nulă. În figura 4.13, curba *2* arată caracteristica de frecvenţă reală a capului de redare unde ponderea principală a reducerii forţei electromotoare pentru frecvenţe mari o are efectul întrefierului.

Atenuarea introdusă de întrefier este dată de relaţia:

$$\Phi_c = \Phi_b \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \tag{4.7}$$

unde Φ_c = numărul liniilor de forţă care pătrund prin cap; Φ_b = numărul liniilor de forţă exterioare benzii; $\alpha = \frac{\pi a_e}{\lambda}$; a_e = lăţimea întrefierului; λ = lungimea de undă.

După cum se vede, distorsiunile cauzate de lungimea finită a întrefierului nu depind direct de frecvenţa semnalului înregistrat; ci de raportul a_e/λ. Întrucît lungimea de undă λ, conform relaţiei 4.6, este direct proporţională cu perioada semnalului şi invers proporţională cu viteza de deplasare a benzii

rezultă că numărul de linii de forță care pătrund prin cap este cu atît mai mic cu cît frecvența semnalului este mai mare și viteza de deplasare a benzii este mai mică. Aceasta înseamnă că la aceeași frecvență distorsiunile vor fi cu atît mai mici cu cît viteza este mai mare. Prin mărirea vitezei se poate mări gama frecvențelor înregistrate. Micșorarea lungimii întrefierului are același efect. Reducerea lui nu poate fi făcută sub o anumită limită, întrucît scade forța electromotoare indusă care devine nulă cînd întrefierul nu mai există. Alegerea întrefierului se face printr-un compromis urmărindu-se obținerea unei bune caracteristici de frecvență combinată cu o forță electromotoare indusă ridicată. Dacă întrefierul nu este perpendicular pe direcția liniilor de forță, întrefierul aparent devine mai lat, apărînd o puternică atenuare a nivelului în special la frecvențe înalte. De aceea sistemul mecanic de prindere al capului de redare conține un reglaj de poziție relativă față de direcția de deplasare a benzii.

Reducerea forței electromotoare la frecvențe înalte mai poate fi cauzată și de pierderi în capul de redare prin histerezis și curenți turbionari sau prin micșorarea permeabilității miezului magnetic o dată cu creșterea frecvenței.

Contactul benzii magnetice cu capul este foarte important atît la înregistrare cît și la redare. Un contact prost cauzat de tensiunea în bandă variabilă sau insuficientă, de deformarea mecanică a benzii, de uzura capului sau de impurități, are ca rezultat reducerea nivelului semnalelor cu frecvențe înalte care se înregistrează.

Din punct de vedere al frecvențelor foarte joase, măsurările practice ale f.e.m. induse arată o abatere de la legea liniară (fig. 4.13), datorită așa numitului efect lateral al întrefierului. Dispozitivul de prindere a capului sau capacul ecran, la frecvențe foarte joase deci lungimi de undă foarte mari, împiedică ca toate liniile de forță să se închidă prin cap. O parte a liniilor de forță se închid prin ecran, prin dispozitivul de prindere sau în afara acestora prin aer (fig. 4.15). Raportul dintre numărul de linii de flux care se închid

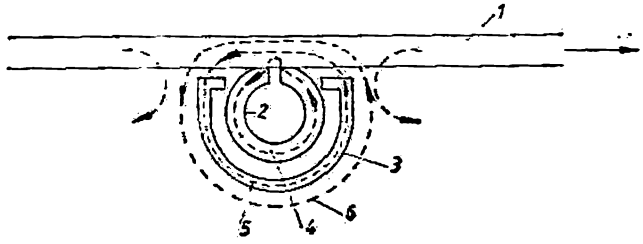

Fig. 4.15. Efectul lateral al întrefierului:
1 — banda magnetică; *2* — capul de redare; *3* — ecran magnetic; *4* — linii de flux care se închid prin cap; *5* — linii de flux care se închid prin ecran; *6* — linii de flux care se închid prin exterior.

prin interiorul și exteriorul capului depinde de lungimea de undă a magneților echivalenți și de dimensiunile capului ecranat. Numărul de linii de flux care străbat capul de redare, presupunînd că lungimea de undă variază, va fi mai mare sau mai mic, astfel că tensiunea indusă oscilează periodic.

4.2.3. Ștergerea

Ștergerea este procedeul prin care se înlătură magnetizarea remanentă anterioară în vederea realizării unei noi înregistrări. Constituie cel mai mare avantaj al înregistrării magnetice.

În principiu ştergerea se poate realiza prin două metode:

— magnetizarea benzii magnetice pînă la saturaţie în mod uniform pe toată lungimea ei;

— demagnetizarea benzii pînă la zero.

Prima metodă are acelaşi dezavantaj ca şi premagnetizarea cu curent continuu. Datorită neomogenităţii materialului magnetic al benzii pe de o parte, şi datorită aderenţei imperfecte cu capul pe de altă parte, magnetizarea benzii nu este constantă, lucru ce se manifestă prin zgomote. Ştergerea prin demagnetizarea benzii se realizează cu ajutorul unui cap separat numit cap de ştergere. Curentul alternativ care circulă prin bobina capului de ştergere produce un cîmp alternativ. Frecvenţa lui este mare şi de regulă identică cu aceea a curentului de polarizare în înaltă frecvenţă de la înregistrare. De asemenea întrefierul este mult mai lat fiind de ordinul a 0,2—0,5 mm. În interiorul întrefierului se găseşte o foiţă bună conducătoare de electricitate care are dublu rol. Pe de o parte împiedică pătrunderea impurităţilor magnetice în întrefier iar pe de altă parte concentrează liniile de cîmp în dreptul întrefierului pe seama curenţilor turbionari care iau naştere în ea.

Variaţia cîmpului magnetic alternativ din dreptul întrefierului este prezentată în fig. 4.16*b*.

Numărul de linii de flux exterioare este maxim la mijloc şi descreşte la stînga şi la dreapta.

Banda magnetică — cu inducţie remanentă corespunzătoare punctului *A* din fig. 4.16*a*, care se apropie de cap va pătrunde într-un cîmp magnetic alternativ cu intensitate mereu crescîndă. Se vor descrie o serie de cicluri de histerezis (de la 1 la 4) crescătoare care vor magnetiza banda pînă la limita

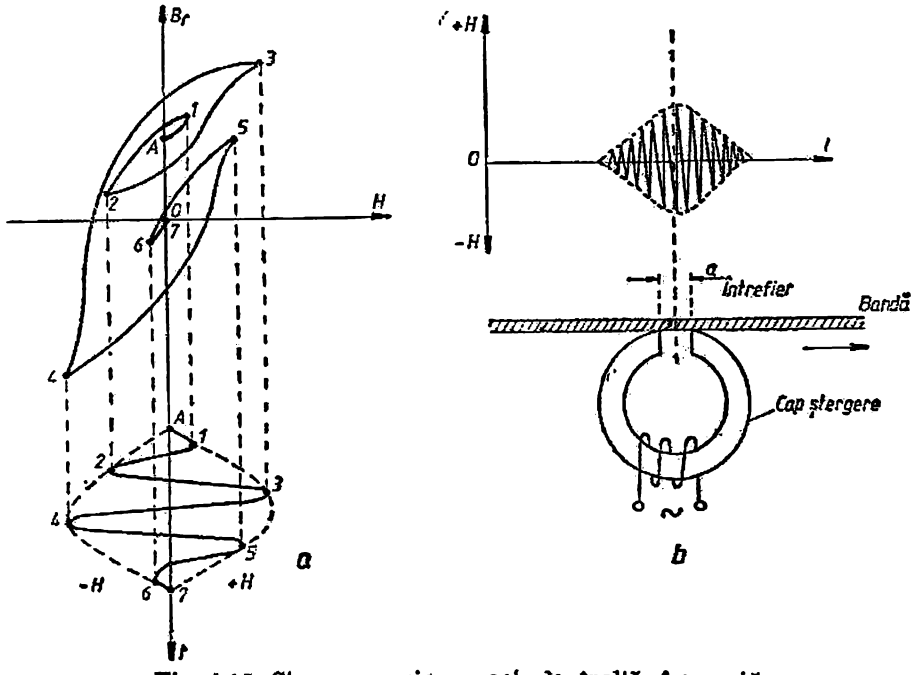

Fig. 4.16. Ştergerea prin curent de înaltă frecvenţă:
a — ciclul de histerezis variabil; *b* — cîmpul magnetic în dreptul întrefierului capului de ştergere.

de saturație. În continuare, banda depășind mijlocul întrefierului va pătrunde într-un cîmp magnetic cu intensitate descrescătoare. Acesta, prin cicluri de histerezis din ce în ce mai mici, determină reducerea magnetizării benzii de la valoarea de saturație obținută în prima etapă, la o valoare nulă (ciclurile 4 la 7).

Pentru o ștergere eficace este necesar ca banda în timpul cît străbate cîmpul magnetic să fie supusă unui număr cît mai mare de cicluri de magnetizare. De aceea se recomandă folosirea unui curent de înaltă frecvență și a unui întrefier lat. Cu cît întrefierul este mai îngust cu atît trebuie mărită frecvența curentului. Aceasta din urmă nu poate fi mărită în practică peste cca 90—100 kHz întrucît cresc mult pierderile prin curenți turbionari și histerezis care au ca rezultat încălzirea prea mare a capului de ștergere. Pentru diminuarea acestui efect capetele de ștergere au miezul magnetic, de regulă, din ferită.

4.2.4. Echipamentul electronic al unui magnetofon

Echipamentul electronic al unui magnetofon cuprinde în principiu următoarele părți: amplificatoarele de înregistrare și redare, oscilatorul de înaltă frecvență și blocul de alimentare.

În funcție de destinația magnetofonului, schemele diferă mult de la un tip la altul. Astfel magnetofoanele profesionale fiind echipate cu trei capete (înregistrare, redare, ștergere), posedă lanțuri separate de amplificare pentru înregistrare, respectiv redare. Deoarece această lucrare este destinată personalului care se ocupă cu întreținerea bunurilor de larg consum, în continuare ne vom referi numai la magnetofoanele și casetofoanele de amatori.

În fig. 4.17 se prezintă schema bloc a unui astfel de magnetofon.

Magnetofoanele și casetofoanele destinate marelui public, utilizează un amplificator combinat, numit și amplificator universal *1*, pentru cele două

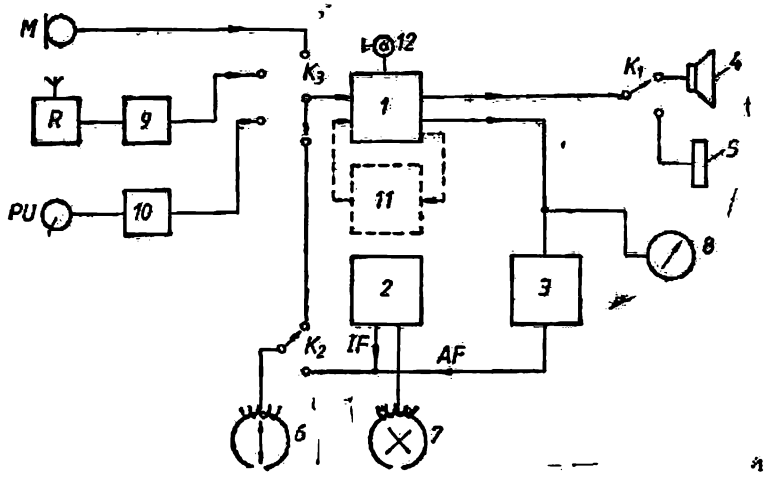

Fig. 4.17. Schema bloc a echipamentului electric pentru un magnetofon de amatori:

1 — amplificator combinat înregistrare-redare; *2* — oscilator de IF; *3* — circuit de corecție; *4* — difuzor; *5* — rezistența de sarcină echivalentă; *6* — cap combinat; *7* — cap de ștergere; *8* — indicator de nivel; *9*, *10* — divizoare de tensiune; *11* — circuit de reglare automată a nivelului de înregistrare; *12* — ieșire de linie.

funcțiuni: înregistrare și redare. Capul *6* îndeplinește și el aceleași roluri, numindu-se cap universal.

Sursele curente de semnal pentru înregistrare sînt: microfonul, radioreceptorul și picupul. Acestea, printr-un comutator K_3 se conectează la intrarea amplificatorului universal. Pentru egalizarea nivelelor mari ale radioreceptorului și picupului cu nivelul mic al microfonului se prevăd divizoarele de tensiune *9* și *10*.

Amplificatorul universal are mai multe ieșiri: pe difuzorul *4* sau pe o sarcină echivalentă *5* prin comutatorul K_1 și o ieșire de linie care livrează semnal destinat altor aparate.

În *regim de înregistrare* sursa de semnal este comutată prin K_3 la intrarea amplificatorului universal care va îndeplini funcțiunea de amplificator de înregistrare. Semnalul de la ieșire, prin circuitul de corecție *3*, se aplică capului combinat *6* simultan cu polarizarea de înaltă frecvență de al oscilatorul *2*; comutatorul K_2 fiind în poziția de jos. La înregistrarea de la radio sau picup, semnalul înregistrat se poate controla în difuzorul *4*. Dacă însă se înregistrează de la un microfon, pentru a evita reacția acustică, difuzorul poate fi deconectat și în locul lui se introduce sarcina echivalentă *5*. În acest caz controlul înregistrării se poate face prin conectarea la ieșirea de linie *12* a unei căști.

Nivelul semnalului de AF aplicat capului universal se poate regla manual fiind controlat cu un instrument de măsură (microampermetru) *8* sau se poate regla automat prin circuitul *11*. În acest ultim caz, magnetofoanele sau casetofoanele pot să nu fie echipate cu un indicator de nivel. În *regim de redare* comutatoarele K_2 și K_3 conectează capul combinat la intrarea amplificatorului *1* care va îndeplini funcția de amplificator de redare. Pentru a evita ștergerea benzii, alimentarea oscilatorului de înaltă frecvență *2* este deconectată. Din același motiv, toate comenzile de funcționare în afară de înregistrare (derulare rapidă, redare, stop, pauză) se efectuează prin conectarea circuitelor pe redare sau cel puțin se întrerupe alimentarea oscilatorului *2*.

Amplificatorul universal *1*, pentru a permite audiția în difuzor, este echipat cu un etaj final de putere. În practică se întîlnesc aparate la care acest etaj îndeplinește un rol dublu: amplificator de AF de putere la redare și oscilator de înaltă frecvență la înregistrare. În acest caz calitatea înregistrării nu mai poate fi controlată în difuzor ci numai în cască la ieșirea de linie.

● Amplificatorul combinat de înregistrare-redare

Din motive economice și al spațiului de montaj, magnetofoanele și casetofoanele de amatori sînt echipate cu un amplificator unic a cărui caracteristică de frecvență este modificată la redare și înregistrare prin circuite de corecție conform unor norme internaționale.

Standardizarea corecțiilor la înregistrare și redare a fost impusă de schimbul de casete sau benzi precum și de comercializarea acestora în stare imprimată.

Principiul corecției de frecvență la redare și înregistrare este ilustrat în fig. 4.18.

Datorită prezenței întrefierului și pierderilor la frecvențe audio mari, variația forței electromotoare induse în cap la redare se abate de la legea liniară și are forma *2*. Dacă aceasta ar fi aplicată unui amplificator de redare cu caracteristică liniară, ar rezulta o audiție lipsită de frecvențe joase și înalte.

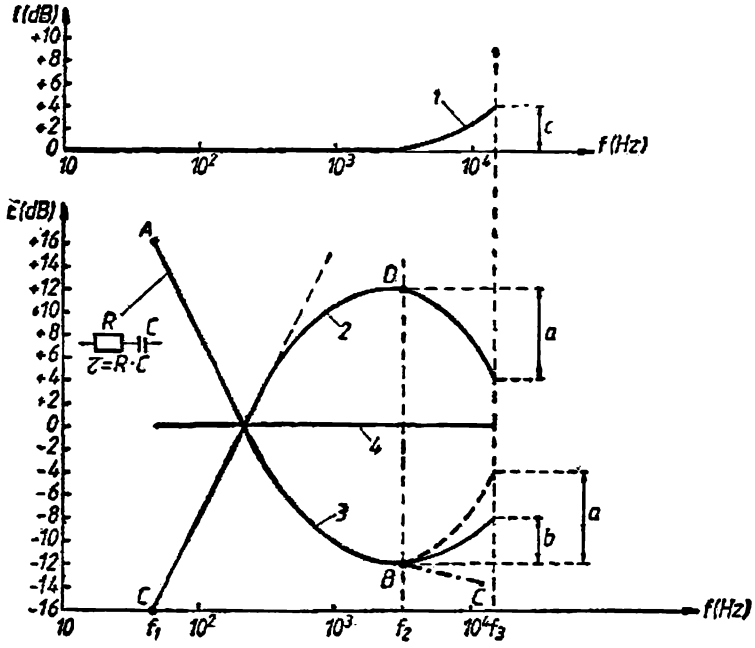

Fig. 4.18. Principiul corecției de frecvență:
1 — curentul de înregistrare; *2* — t.e.m. indusă în capul real la redare; *3* — caracteristica de frecvență a amplificatorului la redare; *4* — caracteristica globală.

Compensarea caracteristicii capului la redare se realizează în amplificator printr-un circuit de reacție negativă selectivă care mărește amplificarea la frecvențe joase și înalte, iar la frecvențe medii o reduce conform curbei *3*. Ramura *AB* a caracteristicii de frecvență a amplificatorului are o variație inversă față de ramura *CD* a capului. Se realizează astfel în domeniul de frecvență de la f_1 la f_2 o caracteristică cap-amplificator, liniară.

Din punct de vedere al corecției la frecvențe înalte audio, atenuarea capului se compensează de obicei la magnetofoane, atît la înregistrare cît și la redare. Astfel dacă presupunem că la frecvența f_3 trebuie corectată o atenuare — *a* — față maximul curbei *2*, atunci în amplificatorul de redare se realizează o creștere mai mică — *b* — iar diferența — *c* — se obține prin mărirea curentului audio la înregistrare în zona frecvenței f_3. Rezultă în domeniul de la f_1 la f_3 o caracteristică globală liniară *4*. Creșterea curentului audio aplicat capului de înregistrare la frecvențe înalte se realizează în același amplificator prin deconectarea rețelei selective pentru redare și conectarea unei alte rețele care să mărească amplificarea numai la aceste frecvențe.

Pentru a da posibilitate de a reda benzile înregistrate la aceiași viteză cu magnetofoane diferite, caracteristica de redare este standardizată prin norme internaționale. Aceasta înseamnă că ramura *AB* a curbei *(3)* din fig. 4.18 a fost aproximată prin caracteristica de frecvență a unui circuit *RC* serie la care se specifică constanta de timp $\tau = R \cdot C$. Se remarcă că în domeniul de la f_1 la f_3 circuitul prezintă curba *AC*. Frecvența f_2 la care tensiunea indusă în cap atinge maximum, depinde de viteza de deplasare a benzii. În funcție de aceasta, constantele de timp vor fi diferite: $v = 76{,}2$ și 38 cm/s, $\tau = 35$ μs; $v = 19$ cm/s, $\tau = 100$ μs; $v = 9{,}5$ cm/s, $\tau = 200$ μ.

Menționăm că aceste valori sînt periodic revizuite și modificate în funcție de îmbunătățirile parametrilor tehnici ale benzilor magnetice. Dezvoltarea accelerată a înregistrării magnetice a dus la elaborarea de noi tehnologii pentru materialele magnetice utilizate, care au permis reducerea vitezei de deplasare a benzii fără ca banda audio să fie afectată prea mult. Aceasta este situația la casetofoane unde viteza benzii este de 4,75 cm/s. În fig. 4.19 se prezintă caracteristicile înregistrării pe casete conform normelor CEI 94.

Caracteristica de înregistrare a fluxului în bandă (fig. 4.19 *a*) pentru frecvențe joase corespunde cu variația impedanței unui circuit *RC* serie cu o constantă de timp de 1590 μs. La frecvențe înalte caracteristica este aproximată prin variația unui circuit *RC* paralel, cu constanta de timp de 120 μs. Prin îmbunătățirea continuă a parametrilor benzilor, normele au fost modificate în 1976 astfel că la frecvențe joase constanta de timp recomandată este de 3180 μs.

Benzile magnetice cu CrO_2 care asigură un nivel mai mare la înregistrare pentru frecvențe înalte, au constanta de timp recomandată în acest domeniu, de 70 μs.

Curba caracteristicii de frecvență a amplificatorului de redare este prezentată în fig. 4.19 *b*. Ea trebuie să compenseze toate neuniformitățile caracteristicilor benzilor și capetelor magnetice astfel încît caracteristica globală să fie liniară. Pentru verificare se utilizează benzi etalon.

Pentru exemplificare în fig. 4.20 se prezintă amplificatorul de înregitrare-redare din casetofonul DANA unde s-au efectuat unele simplificări în vederea unei mai bune înțelegeri.

Pe poziția *redare* comutatorul efectuează contactele *2—3*, *5—6*, *7—8* și *10—11*. Capul combinat este conectat la intrarea primului etaj preamplificator echipat cu tranzistorul cu zgomot mic T_1. Prin grupul serie $C_7 - C_4$, semnalul ajunge mai departe la tranzistoarele T_2, T_3 și T_4 cuplate galvanic. Primele două realizează amplificarea semnalului pînă la un nivel necesar atacului amplificatorului final echipat cu CI-TBA790, iar al 3-lea este un

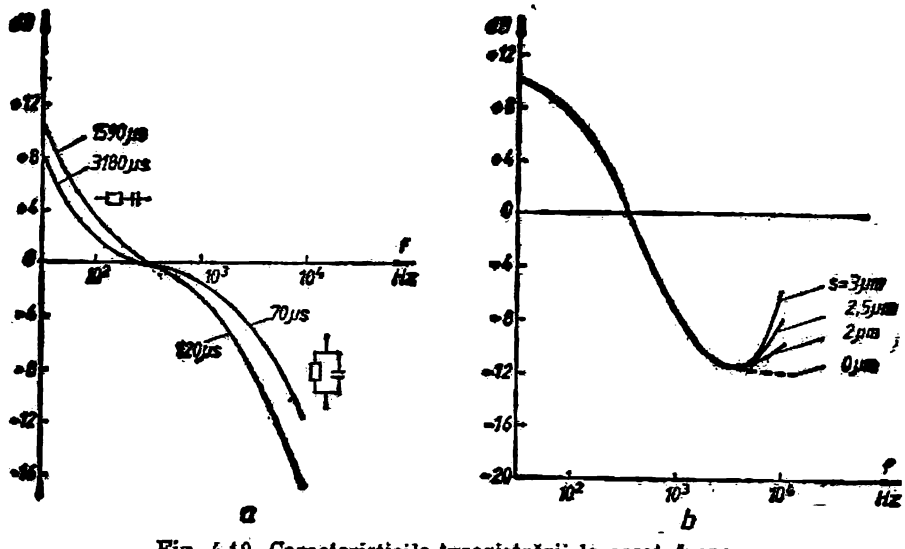

Fig. 4.19. Caracteristicile înregistrării la casetofoane:
a — caracteristica de înregistrare a fluxului în bandă; *b* — caracteristica de frecvență a amplificatorului de redare.

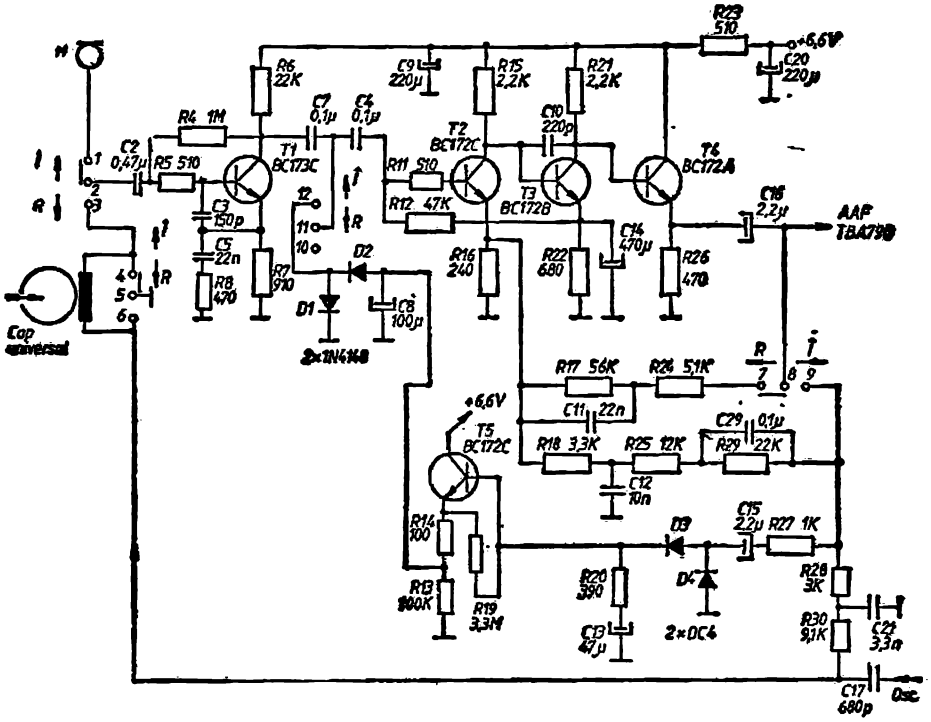

Fig. 4.20. Schema electrică a amplificatorului de înregistrare-redare din casetofonul DANA.

repetor pe emitor care realizează adaptarea de impedanță. Rezistența R_{18} de polarizare introduce o reacție negativă de curent continuu de la T_3 la T_2 în vederea stabilizării amplificării la variații de temperatură și la dispersia parametrilor tranzistorilor.

De la ieșirea repetorului T_4, prin C_{16} și comutator, se conectează în emitorul T_2 grupul de reacție negativă selectivă la redare R_{24}, R_{17} și C_{11}. La frecvențe joase reacția negativă se realizează prin valorile mari ale rezistențelor R_{17} și R_{24} și amplificarea este mare. Pe măsură ce frecvența crește reactanța condensatorului C_{11} va avea tendința să scurtcircuiteze rezistența R_{17} astfel că reacția negativă crește progresiv și amplificarea se reduce proporțional.

Pe poziția *înregistrare* sursa exterioară de semnal (de exemplu microfonul), prin contactele 1—2, se aplică la intrarea preamplificatorului T_1. Semnalul de la ieșirea lui va fi reglat la un nivel constant de circuitul diodelor D_1, D_2 prin poziția *11—12* a comutatorului. Repetorul T_4 va furniza astfel capului prin contactele *8—9*, R_{28}, R_{30} și contactele *5—6* un semnal stabilizat ca nivel pentru variații în limite mari ale semnalului care provine de la sursa exterioară. Deoarece impedanța capului este variabilă cu frecvența, rezistențele R_{28}, R_{30} au o valoare mare pentru a asigura prin aceasta un curent de audiofrecvență practic constant în toată banda de lucru. În același timp de la ieșirea repetorului T_4 se aplică în emitorul T_2 grupul de reacție negativă la înregistrare compus din R_{25}, C_{12} și R_{18}. La frecvențe medii reacția este realizată de R_{25} și R_{18} iar amplificarea este mai redusă. La frecvențe înalte

reactanța condensatorului C_{12} va decupla progresiv pe R_{25}, reacția negativă se reduce și amplificarea crește cu frecvența. Grupul C_{29}, R_{29} introduce o reacție negativă la frecvențe joase asemănătoare cu cea de la redare realizată prin R_{17}, C_{11}.

Semnalul de înaltă frecvență de la oscilator se aplică capului combinat prin C_{17}. Condensatorul C_{21} împreună cu R_{30} și R_{28} realizează un filtru care împiedică pătrunderea oscilațiilor de înaltă frecvență în amplificator.

În schemă este prevăzută și o, reacție negativă selectivă care acționează în ambele situații. Emitorul tranzistorului T_1 este decuplat la frecvențe înalte audio de R_8 serie cu C_5. Se realizează astfel, o creștere suplimentară a amplificării globale la aceste frecvențe.

● **Circuitul de reglare automată a nivelului de înregistrare**

Unele tipuri de magnetofoane și majoritatea casetofoanelor de larg consum sînt echipate cu un astfel de dispozitiv. Rolul lor poate fi explicat prin următoarele:

— se evită „înecarea" etajelor amplificatoare la semnal mare aplicat la intrare și astfel a distorsiunilor;

— împiedică aplicarea pe înfășurarea capului a unui semnal prea mic sau prea mare care ar face ca înregistrarea să nu se efectueze pe porțiunea liniară a curbei de primă magnetizare;

— efectuează o mărire suficientă a semnalelor slabe de la intrare, realizîndu-se astfel un nivel acceptabil al înregistrării din punct de vedere al raportului semnal/zgomot.

— posesorul este scutit de reglarea manuală greșită a nivelului de înregistrare și astfel se evită supramodularea benzii sau înregistrarea foarte slabă.

În fig. 4.20 se prezintă circuitul automat de reglaj al casetofonului DANA. Semnalul de AF de la ieșirea repetorului T_4, este aplicat unui detector de vîrf cu dublare de tensiune echipat cu C_{15}, D_3, D_4. Tensiunea continuă de ieșire a acestuia, datorită constantei de integrare R_{20}, C_{13}, urmărește fluctuațiile lente ale semnalului din emitorul T_4 sau cu alte cuvinte ale sursei de semnal exterioare. Rezultă o variație a tensiunii de bază a tranzistorului T_4 care determină variația curentului de emitor și deci a tensiunii pe R_{13}. Aceasta comandă deschiderea diodelor D_1 și D_2. Dacă semnalul ce trebuie înregistrat este mare atunci T_5 va fi deschis mai mult, căderea de tensiune pe R_{13} crește, lucru ce antrenează deschiderea puternică a diodelor D_1, D_2 care amortizează impedanța de sarcină a tranzistorului T_1. Rezultă o reducere a amplificării. La semnale slabe, T_5 tinde să se blocheze. Diodele D_1, D_2 devin puțin conductive, sarcina tranzistorului T_1 crește și rezultă o mărire a amplificării. Un astfel de circuit — în mod uzual — începe să funcționeze de la un semnal de ordinul zecilor de mV și lucrează pînă la un semnal de ordinul voltilor. Constanta de timp de integrare este de circa 1,5—3 ms iar de revenire de cca 100 ms. Ele sînt asigurate de R_{20}, C_{13} și C_8.

● **Oscilatorul de ștergere și polarizare în înaltă frecvență la înregistrare**

Oscilatorul unui magnetofon sau casetofon generează curentul cu frecvență ultrasonoră în limitele uzuale de 50—100 kHz. Rolul lui este de a asigura în capul de ștergere un cîmp magnetic variabil care să realizeze demagnetizarea benzii precum și de a furniza polarizarea de înaltă frecvență în vederea unei înregistrări în zona liniară a caracteristicii de transfer a benzii.

Unele tipuri de magnetofoane utilizează ca oscilator un etaj separat iar altele chiar amplificatorul de putere al părții de redare.

Aceste oscilatoare sînt de regulă de tip *LC*. Ca inductanță se utilizează fie o bobină separată, fie înfășurarea capului de ștergere.

Forma oscilației sinusoidale trebuie să fie simetrică pentru ca armonicele pare (în special armonica a 2-a) să fie cît mai mici, evitîndu-se astfel creșterea zgomotului de fond.

Pentru obținerea unor performanțe de înaltă fidelitate magnetofoanele și casetofoanele de calitate utilizează oscilatoare în contratimp.

În figura 4.21 se prezintă o schemă în contratimp utilizată în radiocasetofonul stereo ELECTRONICA — RCS 001.

Oscilatorul este realizat cu tranzistoarele T_{803} și T_{804} care sînt alimentate de la tensiunea de + 8,5 V numai pe înregistrare. Reacția pozitivă se obține prin cuplajul înfășurărilor *1—3* și *7—9*. Extragerea semnalului necesar capului de ștergere și premagnetizării se face cu înfășurarea separată *4—6*. Frecvența de oscilație (63kHz) este determinată de circuitul rezonant reflectat din secundar și care este format din înfășurarea *4—6* cu inductanța capului de ștergere și C_{801}. Emitoarele comune ale tranzistorilor sînt închise la masă în c.c. prin R_{803}, R_{804}, R_{805}, R_{806}. C_{805}, C_{806}, C_{816} realizează o decuplare în c.a. Amplitudinea oscilațiilor se schimbă prin modificarea curenților în tranzistori în funcție de tipul benzii utilizate. Astfel pentru benzi FeCr se scurtcircuitează R_{805} iar pentru benzi CrO_2, grupul serie R_{805} și R_{806}. Tensiunea de polarizare în înaltă frecvență se aplică celor două secțiuni ale capului stereo de înregistrare-redare prin C_{638}, R_{622} respectiv C_{738}, R_{722}. Valoarea optimă a tensiunii de premagnetizare se obține prin rezistențele de mai sus care sînt reglabile.

Pentru înlăturarea unor anumite armonici ale oscilatorului care ar perturba înregistrarea unor emisiuni radio, este prevăzut condensatorul C_{802} cu posibilitate de comutare.

● **Etajele de putere.**

Majoritatea magnetofoanelor și casetofoanelor au etajul de putere încorporat permițîndu-se astfel redarea programului înregistrat în orice loc fără un amplificator separat. Schemele sînt clasice, cu tranzistoare în contratimp sau cu circuite integrate.

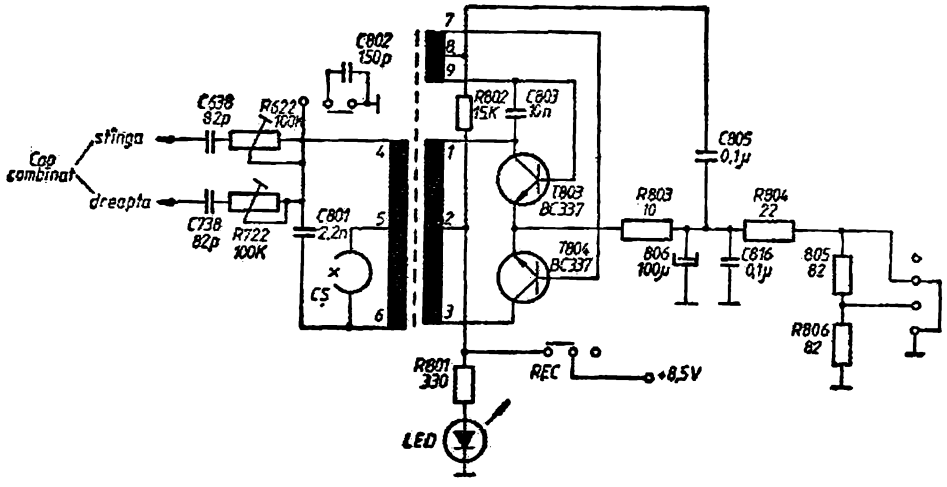

Fig. 4.21. Schema electrică a oscilatorului de înaltă frecvență din radiocasetofonul stereo ELECTRONICA RCS 001.

După cum s-a arătat mai înainte, la unele tipuri de aparate, etajul de putere îndeplinește pe înregistrare funcția de oscilator de înaltă frecvență cu dezavantajul că nu mai există astfel un control al semnalului înregistrat.

Există magnetofoane și casetofoane care nu sînt dotate cu etaje de putere. Ele au numai ieșire de linie la care se poate cupla un amplificator separat. Denumirea comercială a lor este: TAPE-DECK.

● **Sisteme de reducere a zgomotului**

Zgomotul de fond reprezintă un semnal perturbator nedorit care se însumează cu semnalul audio util. Spectrul de frecvență a lui se situează în gama frecvențelor audio medii-înalte, iar nivelul lor este de ordinul milivolților. Se manifestă în special cînd nivelul semnalului util este mic sau în pauză, printr-un fîșîit supărător care este cu atît mai mare cu cît aparatul redă mai bine frecvențele înalte.

Dintre sursele lui putem enumera: compoziția benzii magnetice, amplificatoarele de înregistrare și redare, mecanismele de antrenare, cîmpuri magnetice externe. Ponderea principală o are banda magnetică. Contribuția celorlalte cauze a fost considerabil redusă prin perfecționarea continuă a componentelor electronice, a sistemelor de antrenare etc.

Pentru reducerea zgomotului și deci creșterea raportului semnal/zgomot, se utilizează două metode: cu acționare unilaterală sau complementară.

Sistemul cu acționare unilaterală se utilizează numai la redare. Datorită acestui fapt nu se creează probleme de compatibilitate. Există mai multe sisteme de acest tip din care cel mai utilizat este sistemul firmei Philips cunoscut sub numele de DNL (dinamic noise limiter).

Sistemul DNL constă în defazarea cu 180° a spectrului de frecvență medii-înalte din semnalul util și insumarea apoi cu semnalul audio inițial. Lucrează în banda de frecvență 4—18 kHz la nivele mai mici de 40 dB. Schema bloc este prezentată în fig. 4.22.

Semnalul de intrare este aplicat la două căi: o cale directă *CD* și o cale de compensare a zgomotului la ieșire. Cea de a doua cale cuprinde un etaj care defazează semnalul inițial cu 180°. În continuare urmează un filtru trece sus care lasă să treacă numai frecvențele audio medii-înalte (4—18 kHz) și apoi un amplificator limitator de amplitudine. Deoarece compensarea trebuie realizată numai la nivele mici ale semnalului audio unde zgomotul este supărător. este prevăzut un comutator *COM* cu diode. Acesta permite trecerea semnalelor de nivel mic spre sumator și le blochează pe cele cu nivel mare. Rezultă că la cele două intrări ale sumatorului, la nivele mici comparabile cu zgomotul, semnalele sînt în antifază și tensiunea de ieșire e nulă. La nivele mari, calea defazată fiind blocată, semnalul de ieșire este identic cu cel de la intrare.

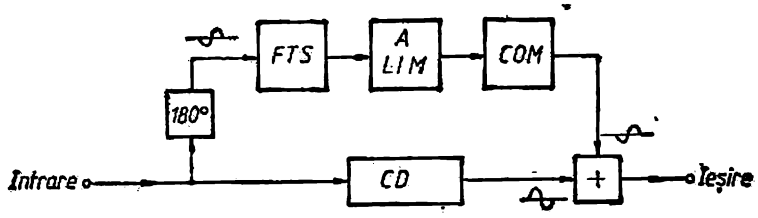

Fig. 4.22. Schema bloc a sistemului DNL.

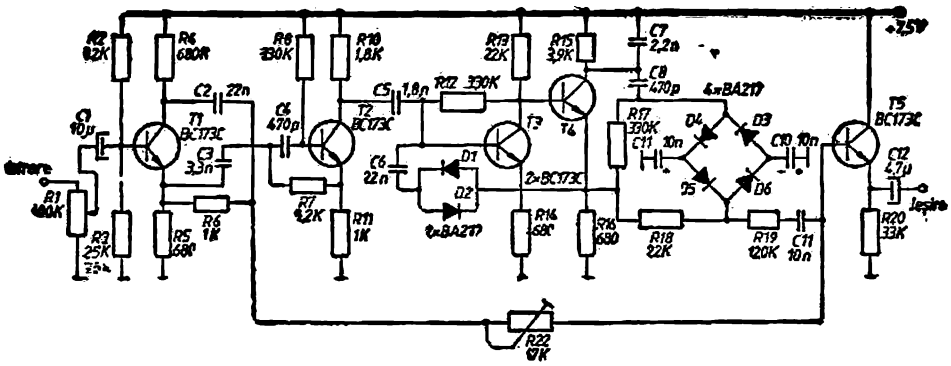

Fig. 4.23. Schema bloc de principiu a limitatorului de zgomot DNL.

Inconvenientul acestui sistem este Q atenuarea semnalului util de nivel mic, deoarece calea defazată nu face diferență dintre acesta și zgomot decît prin mărimea nivelului.

În fig. 4.23 se prezintă o schemă de principiu a limitatorului de zgomot DNL care funcțional se intercalează între corectorul de ton și amplificatorul final de putere.

Semnalul de intrare se aplică prin R_1, C_1 preamplificatorului realizat cu tranzistorul T_1. Acesta are două ieșiri unde semnalele sînt în antifază. Din colector, semnalul amplificat se aplică căii directe realizată prin C_2, R_{22}, și mai departe în baza tranzistorului sumator T_5.

Semnalul în antifază preluat din emitorul T_1, este aplicat grupului de tranzistoare amplificatoare T_2 și T_3 prin intermediul unui filtru trece sus distribuit și realizat cu: C_3, C_4, R_7, impedanța de intrare T_2, C_5, R_{10}, impedanța de intrare T_3. Frecvența de tăiere este de cca 4,5 kHz iar atenuarea generală de 18 dB/octavă.

Din emitorul tranzistorului T_4 se aplică în baza tranzistorului T_3 o reacție negativă prin C_8 și grupul de diode în opoziție D_1, D_2. Se realizează astfel o limitare a amplitudinii tensiunii pe emitorul T_4 la o valoare de cca 0,6 V egală cu tensiunea de deschidere a diodelor. Tranzistorul T_4 prin ieșirile de pe colector și emitor atacă comutatorul format cu diodele D_3...D_6. Semnalul din colector deschide cu ambele alternanțe diodele D_3, D_4 și încarcă condensatoarele C_9 și C_{10}. Dacă tensiunea în diagonala punții (aplicată de cele două condensatoare) depășește circa 0,8 V, diodele D_5, D_6 încep să se deschidă și semnalul care vine de la emitorul T_4 prin R_{18}, este pus la masă de condensatoare. Aceasta este situația la nivele mari ale semnalului cu frecvența medii-înalte. La nivele mici comparabile cu amplitudinea zgomotului, semnalul din colectorul T_4 încarcă puțin condensatoarele C_9, C_{10} și diodele D_5, D_6 vor fi blocate. Semnalul (zgomotul) din emitorul T_4 va putea trece deci prin R_{18}, R_{19}, C_{11} în baza T_5 unde se însumează în antifază cu semnalul direct. La ieșirea repetorului T_5 cu rol de adaptare va rezulta în această situație o tensiune alternativă nulă.

Prin existența diodelor limitatoare D_1, D_2 se evită ca tensiunea de încărcare a condensatoarelor C_9, C_{10} să depindă prea mult de mărimea semnalelor pe tranzistorul T_4 și astfel funcționarea anormală a sistemului DNL.

Sistemele complementare prelucrează semnalul atît la înregistrare cît și la redare fără a influența semnalul audio util. La înregistrare are loc o compri-

mare a dinamicii iar la redare o expandare a dinamicii de unde și denumirea de compandere.

Semnalul audio pentru înregistrare trece printr-un amplificator a cărui amplificare este reglabilă în funcție de nivel. Dacă nivelul de intrare este mare, amplificarea este mică și nivelul de la ieșire se micșorează. Invers, dacă semnalul audio de intrare are nivel mic, amplificarea crește și amplitudinea semnalului de ieșire se mărește suplimentar. Rezultă o dinamică a semnalului de ieșire mult redusă. Raportul de comprimare în practică este de 1 : 2 sau chiar 1 : 1,5. După această prelucrare, semnalul audio se aplică circuitelor care efectuează înregistrarea.

La redare are loc o prelucrare inversă care va reda semnalului audio forma sa inițială. Pentru aceasta nivelele mari se măresc iar cele mici se micșorează, cu același raport cu care au fost mărite. Deoarece zgomotul care apare numai la redare este strîns legat de nivelele mici, va rezulta și o reducere considerabilă a acestuia. Se realizează astfel o bună suprimare a zgomotului la redare fără ca spectrul de frecvență medii-înalte al semnalului audio de nivele mici să fie afectat.

Prin folosirea acestor sisteme care comprimă nivelele mari la înregistrare se reduce nivelul de saturație al benzilor magnetice care depinde de amplitudinea semnalului audio înregistrat. Dacă se ia ca referință nivelul maxim de saturație admis de bandă, rezultă că prin sistemele complementare se poate mări dinamica semnalului înregistrat față de situația unei înregistrări normale.

Deoarece înregistrarea și redarea în aceste sisteme constituie un proces unitar, rezultă incompatibilitatea redării unei benzi prin procedee clasice.

Operațiunile descrise mai sus pe care semnalul audio le suferă la înregistrare și redare sînt specifice *compandoarelor liniare.*

La *compandoarele neliniare*, expansiunea de la înregistrare se execută numai pentru nivele mici, iar cele de nivel mare rămîn nemodificate. La redare prin compresia semnalelor de nivel mic se reduce și zgomotul de fond care aici face parte din semnalul redat.

Trebuie menționat că există sisteme și cu tratament selectiv al benzii semnalului audio. Comprimarea și expandarea nu se face în tot spectrul sonor ci într-o anumită plajă, mai largă sau mai îngustă, conform benzii de lucru audio a magnetofonului folosit.

Dintre sistemele comerciale mai utilizate menționăm: ANR (Japonia), Dolby B, Dolby C, HIGH-COM (Telefunken).

Sistemul DOLBY B reprezintă un compandor neliniar selectiv. Prelucrează nivelele mici ale frecvențelor audio medii-înalte corespunzătoare domeniului de 300—18.000 Hz. Un semnal de nivel mic și frecvență medie-înaltă este amplificat suplimentar și apoi înregistrat. Semnalele audio mari ca nivel nu suferă nici o prelucrare și sînt înregistrate direct. La redare semnalele din prima categorie vor fi coborîte ca nivel după aceeași lege utilizată la înregistrare, obținîndu-se astfel și o reducere a zgomotului de fond.

Ameliorarea raportului semnal/zgomot la sistemul Dolby B este de cca 9 dB. În figura 4.24 se prezintă modul în care are loc expandarea semnalelor audio cu frecvențe medii-înalte în funcție de nivelul lor.

Considerăm că nivelul maxim al semnalului ce poate fi înregistrat pe bandă este 0dB iar nivelul minim este de — 40 dB (de 100 ori mai mic). Dacă nivelul scade la — 10 dB, începînd de la 500 Hz are loc o expansiune a semnalului astfel că la 2 kHz există o ridicare de + 2 dB. Pentru un nivel al semnalului de intrare de — 20 dB expansiunea începe tot de la 500 Hz iar la frecvența de 2 kHz există o creștere de + 5 dB. În cazul unui nivel

minim de intrare, de — 40 dB, creșterea va începe de la 200 Hz astfel că la 2 kHz se obține o expansiune de + 8 dB iar la 10 kHz, de + 12 dB. Se constată că mărirea semnalului de intrare este maximă la nivel minim și frecvențe înalte, adică acolo unde ponderea zgomotului este importantă. Prelucrarea semnalelor în acest sistem poate fi urmărită pe schemele bloc din fig. 4.25.

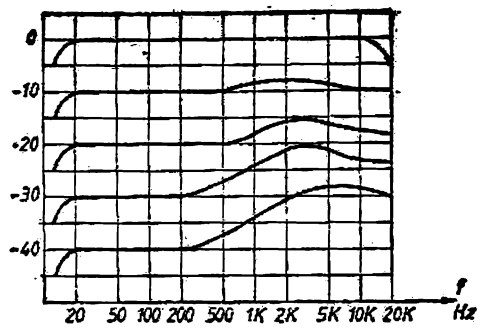

Fig. 4.24. Modul de prelucrare al semnalului pentru înregistrare în sistemul DOLBY.

Semnalul original ce trebuie înregistrat, se aplică pe o cale directă care realizează o amplificare uniformă, unui etaj de însumare (semnalul A — fig. 4.25 *a*). În același timp, semnalul original ajunge și la un circuit auxiliar care selectează componentele cu amplitudine mică și frecvențe ridicate (în funcție de nivel, începînd de la 100 Hz), conform celor prezentate în fig. 4.24. La ieșirea circuitului apare semnalul B care se aplică aceluiași sumator astfel încît semnalul care va fi înregistrat este $A + B$.

La redare semnalul va fi aplicat simultan la două căi: o cale directă care furnizează sumatorului semnalul $A + B$ și o cale echipată cu un circuit auxiliar care furnizează semnalul $-B$ (fig. 4.25 *b*). Circuitul auxiliar iden-

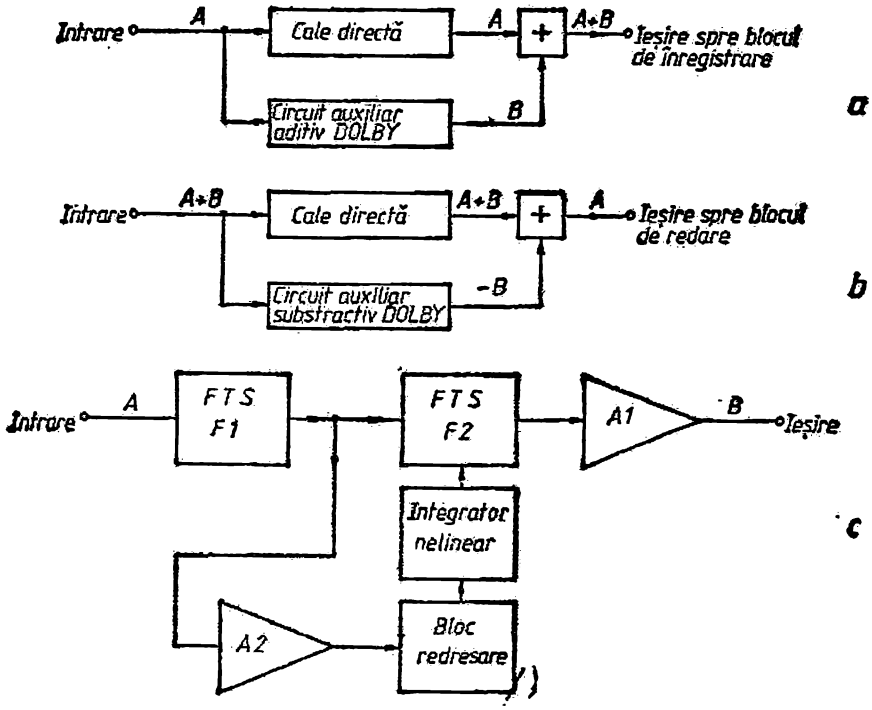

Fig. 4.25. Schemele bloc ale sistemului DOLBY:
a — la înregistrare; *b* — la redare; *c* — circuitul auxiliar.

tifică nivelele frecvențelor medii-înalte furnizînd la ieșire un semnal în antifază cu semnalul B. Acesta prin intermediul sumatorului, este scăzut din semnalul $A + B$, reconstituindu-se astfel semnalul original dar cu zgomot redus.

Schema bloc a circuitului auxiliar este prezentată în fig. 4.25 *c*. Semnalul original este trecut printr-un filtru trece sus F_1 care suprimă componentele de joasă frecvență. În continuare semnalul care conține numai componente de frecvențe medii-înalte, este aplicat unui nou filtru trece sus F_2. Acesta este un filtru activ cu atenuarea în banda de trecere comandată în funcție de nivelul componentelor cu frecvențe medii-înalte. Comanda se realizează prin intermediul amplificatorului A_2 (care amplifică același semnal ce se găsește la intrarea filtrului F_2), un bloc redresor și un integrator neliniar.

La nivele mari ale semnalelor cu frecvențe medii-înalte, tensiunea redresată este mare și prin intermediul integratorului neliniar, filtrul F_2 este blocat. Semnalul de ieșire al amplificatorului A_1 este nul.

Semnalele mici cu frecvențe medii-înalte dau o tensiune mică la ieșirea amplificatorului A_2 care va fi redresată și prin intermediul integratorului neliniar filtrul F_2 va fi mai puțin blocat. Semnalele cu aceste frecvențe vor trece prin filtru și vor fi amplificate de amplificatorul A_1 astfel că la ieșire apare semnalul B.

Prin utilizarea sistemului Dolby B cu benzi calitativ îmbunătățite (dinamică de 49 dB) se obține pentru un casetofon o dinamică globală (49 + 9 = = 58 dB) echivalentă cu a benzilor de studio și viteză de 38 cm/s.

Sistemul este foarte sensibil la erorile de nivel. Se cere o ajustare a sensibilității blocului de înregistrare pentru fiecare tip de bandă la nivelul de referință.

Amplificatorul de redare va trebui și el să fie reglat la nivelul de referință. De asemenea, azimutul și caracteristica de frecvență a capului trebuiesc reglate cu ajutorul benzilor etalon. Numai în felul acesta se poate executa decodarea corectă a casetelor imprimate industrial în acest sistem.

Din cele prezentate mai sus rezultă că sistemul Dolby se recomandă a fi utilizat numai la aparatele HI+FI.

Sistemul Dolby A este destinat înregistrărilor profesionale. Divizarea semnalului original se face în mai multe domenii de frecvență și schema electrică este foarte complicată.

Sistemul Dolby C reprezintă o perfecționare a sistemului Dolby B fiind destinat aparaturii HI—FI. Se utilizează un lanț de două sisteme de compresie-expandare neliniare. Prin realizarea circuitelor integrate specializate se poate obține o eficacitate pentru fiecare compresor-expandor de 10 dB. Înserierea lor duce la o eficacitate excepțională de 20 dB ceea ce face ca dinamica să crească considerabil.

4.2.5. Mecanismul de antrenare a benzii

Calitatea înregistrărilor, siguranța în exploatare precum și simplitatea utilizării, depind în mare măsură de precizia și modul de executare a mecanismului de antrenare a benzii.

Cerințele care se impun mecanismului de antrenare a benzii sînt:
— derularea benzii prin fața capetelor trebuie să se facă cu viteză constantă;
— realizarea unei tensiuni constante în bandă în vederea obținerii unui contact bun și uniform între aceasta și capete;

— posibilitatea de antrenare rapidă în ambele sensuri cu o viteză de 10—20 ori mai mare ca viteza normală;
— posibilitate de oprire rapidă a benzii atît la antrenarea normală cît și la antrenarea rapidă fără ca în bandă să apară tensiuni mari sau să se facă bucle;
— în cazul casetofoanelor, oprirea automată la terminarea benzii;
— simplitatea comenzilor;
— să lucreze fără zgomot;
— siguranța în funcționare.

Antrenarea benzii se realizează prin fricțiune. Cea mai uzuală soluție constă în presarea benzii magnetice între un ax cu turație constantă și o rolă îmbrăcată cu un inel de cauciuc rigid. Rola se numește rola presoare iar axul poate fi axul motorului de antrenare sau axul unui volant care este cuplat cu motorul prin curele de transmisie sau prin fricțiune. Existența unui volant în schema cinematică de antrenare a benzii, pe lîngă faptul că permite o demultiplicare a turației motorului, are și un efect important de stabilizare prin inerție a vitezei de deplasare a benzii. Mecanismele de antrenare, din punct de vedere constructiv, sînt foarte diverse. În funcție de performanțe, complexitatea lor este diferită. În fig. 4.26 se prezintă schema cinematică simplificată a unui magnetofon care utilizează un singur motor.

Motorul antrenează printr-o curea de transmisie *10* volantul *2*. Acesta are un ax *3* care la înregistrare sau redare este cuplat prin fricțiune cu rola presoare *4* ce se poate roti liber. Banda magnetică care se găsește la mijloc, avînd o lățime mai mică decît a rolei presoare, va fi antrenată de la stînga la dreapta de rotația axului volantului. Poziționarea corectă a benzii față de capete este asigurată de rolele de ghidaj *7*. Mecanismul mai conține un dispozitiv de debitare al benzii *6* care se găsește în stînga și un dispozitiv de colectare al benzii *5*, în dreapta. La înregistrare sau redare dispozitivul de debitare realizează o înfrînare cu o forță care asigură tensiunea normală în bandă iar dispozitivul de colectare înfășoară banda cu o viteză corelată cu cea a axului volantului de antrenare.

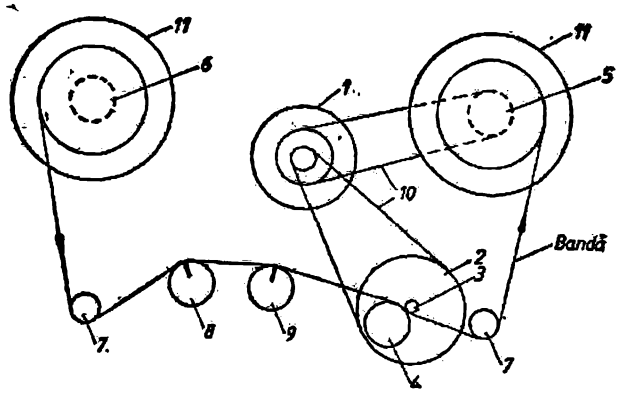

Fig. 4.26. Schema cinematică a unui magnetofon cu un singur motor:

1 — motor; *2* — volant; *3* — ax de antrenare; *4* — rola presoare; *5* — dispozitiv de colectare a benzii; *6* — dispozitiv de debitare a benzii; *7* — role de ghidaj; *8* — cap de ștergere; *9* — cap de înregistrare-redare; *10* — curele de transmisie; *11* — role pentru bandă.

La acționarea comenzilor de derulare rapidă — înainte și înapoi — rola presoare este îndepărtată de axul volantului și în funcție de sens, se realizează un cuplaj strîns între motor și dispozitivul respectiv, care asigură înfășurarea rapidă a benzii. Totodată pentru a împiedica uzura capetelor prin frecare rapidă, are loc și o deplasare a lor față de traseul benzii.

În principiu dispozitivele *5* și *6* sînt compuse dintr-un platan pe care se așază rola benzii și un cuplaj prin fricțiune care este acționat de motor în sensul dorit (înfrînare sau colectare).

De asemenea, pentru oprirea antrenării benzii la primirea comenzii STOP, mecanismul este prevăzut cu frîne acționate mecanic sau prin relee, care blochează dispozitivele de debitare și colectare. În același timp are loc și îndepărtarea rolei presoare de axul volantului și astfel banda poate fi scoasă din magnetofon.

În timpul comenzilor de derulare rapidă sau stop, circuitul electric se comută automat pe poziția redare pentru a împiedica ștergerea accidentală a benzii.

Unele tipuri de magnetofoane și casetofoane sînt prevăzute cu o comandă separată de pauză. La acționarea acestei comenzi, circuitele electrice rămîn pe poziția stabilită anterior avînd loc numai oprirea antrenării benzii prin îndepărtarea rolei presoare de axul volantului și blocarea dispozitivelor *5* și *6*. Prin aceasta se evită regimurile tranzitorii care apar la pornirea amplificatoarelor și oscilatoarelor de premagnetizare, dînd posibilitatea efectuării unor pauze corecte la înregistrare sau redare.

În funcționarea unui mecanism de antrenare a benzii, de mare importanță este motorul. Tipul motorului unui magnetofon sau casetofon este impus de sursa de alimentare cu energie. Există astfel două mari categorii de motoare: de curent alternativ și de curent continuu.

Motoarele de curent alternativ echipează aparatele cu alimentare numai din rețeaua de curent alternativ. Acestea sînt motoare asincrone cu inducție care dezvoltă la arborele de antrenare o putere de cca 5—6 W. Puterea este impusă de comenzile care necesită un cuplu mai mare adică de derularea rapidă înainte și înapoi. Turația de mers în gol depinde de numărul de perechi de poli p și frecvența rețelei, fiind dată de relația:

$$n = \frac{60\,f}{p} \qquad (11.8)$$

La o frecvență a rețelei de 50 Hz și o pereche de poli, turația va fi de 3 000 rot/min, pentru două perechi de poli 1 500 rot/min și pentru trei perechi de poli 1 000 rot/min. Datorită frecărilor, turația de mers în gol este întotdeauna mai mică. Diferența de turație se numește alunecare care procentual este de ordinul a 4—5 %. Prin încărcarea motorului, alunecarea se mărește putînd deveni 100% cînd motorul stă. La motoarele bine dimensionate alunecarea variază în limite mici chiar dacă sarcina variază mult. Aceste motoare fiind motoare asincron monofazice, necesită pentru pornire un cîmp magnetic interior auxiliar defazat înainte sau înapoi față de cel inițial. Defazarea se poate realiza în mai multe feluri. Astfel, dacă jumătate din numărul polilor (sau mai puțin) este înconjurată de o spiră groasă de cupru, în aceasta se induce un curent care produce în acea parte un cîmp magnetic întîrziat față de cel inițial și în felul acesta apare cîmpul magnetic rotitor. Dezavantajul acestor motoare — denumite motoare cu poli ecranați — este cuplul de pornire destul de mic. Un cîmp magnetic rotitor mai eficace se poate realiza prin introducerea unei înfășurări auxiliare prin care trece un curent defazat cu un con-

densator serie. Valorile uzuale ale capacității sînt cuprinse între 0,5—4 μF. Mai menționăm că la unele tipuri de magnetofoane înfășurările motorului îndeplinesc și funcțiunea de transformator de rețea. Pe lîngă economia de tole, cupru etc., se micșorează greutatea și cîmpurile magnetice interioare care pot produce tensiuni induse de brum deranjante.

Motoarele de curent continuu se utilizează la casetofoane unde alimentarea se face din baterii. Acestea sînt motoare de tip serie cu colector alimentate la tensiuni cuprinse între 5—24 V, avînd turația între 1000—10 000 ture/min. Deoarece turația motorului variază mult în funcție de sarcină, se impun măsuri speciale de stabilizare. Pentru micromotoarele de c.c. ale casetofoanelor există două metode de stabilizare a turației: prin dispozitive mecanice și cu stabilizatoare electronice.

Sistemul mecanic de reglare a turației este prezentat în fig. 4.27.

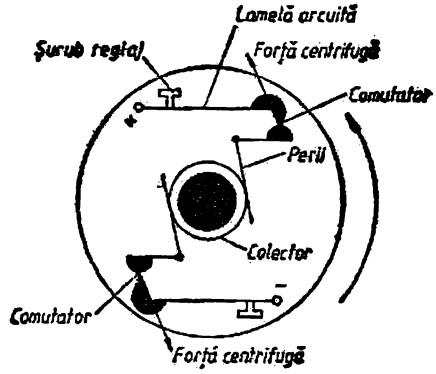

Fig. 4.27. Reglajul mecanic automat al turației la un motor de c.c.

Acest sistem este așezat pe un suport fixat pe axul motorului rotindu-se împreună cu acesta. Motorul este alimentat printr-un comutator acționat de forța centrifugă. El este realizat dintr-o lamelă a cărui arcuire poate fi reglată cu un șurub. La creșterea turației, forța centrifugă devine mai mare ca forța de arcuire a lamelei și contactele se desfac întrerupîndu-se alimentarea. Turația scade, contactul se reface și apoi ciclul se repetă. Prin acest sistem se poate obține o turație constantă în limitele de 0,5 — 1%.

Stabilizatoarele electronice sînt concepute pe baza legii de variație a turației în funcție de sarcină (cuplul de tracțiune) a motoarelor serie de c.c. Principiul stabilizării constă în conectarea motorului în serie cu o rezistență variabilă R_a care va fi comandată corespunzător (fig. 4.28). Pentru o valoare dată a rezistenței R_a, turația motorului (n) variază puternic după o hiperbolă în funcție de cuplul M. Presupunem că la un moment dat există o sarcină caracterizată prin cuplul M_1 care determină pentru o valoare a rezistenței R_{a2}, o turație n_1 (punctul A_1). Dacă cuplul va crește la valoarea M_2 atunci turația va scădea la n_2 (punctul A_2). Pentru aducerea turației la valoarea

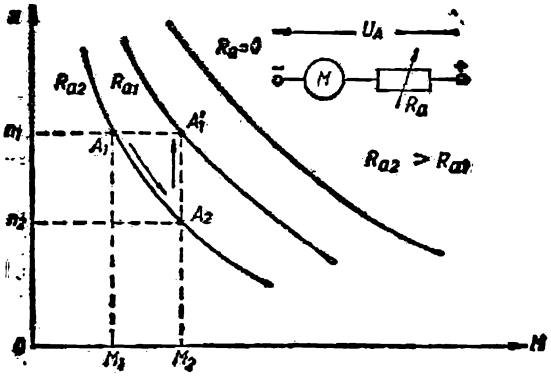

Fig. 4.28. Caracteristica de variație a turației în funcție de sarcină la un motor de serie de c.c.

inițială n_1, trebuie redusă rezistența R_a de la valoarea R_{a2} la R_{a1}. Punctul de funcționare se va deplasa din A_2 pe o nouă caracteristică în A_1, unde cuplul se menține la valoarea cerută de sarcină iar turația revine la valoarea n_1.

Funcționarea motorului de curent continuu este caracterizată de următoarele relații:

$$U_M = E + R_M \cdot I_M \tag{4.9}$$

unde U_M este tensiunea la bornele motorului, E-tensiunea contraelectromotoare, R_M-rezistența înfășurării rotorului, I_M -curentul prin rotor;

$$E = K_1 \cdot n \tag{4.10}$$

unde n este turația motorului iar K_1 un factor de proporționalitate constant;

$$M = K_2 \cdot I_M \cdot \varnothing \tag{4.11}$$

unde M este cuplul motor, K_2 — o constantă de proporționalitate, I_M — curentul prin rotor, $\varnothing$ — fluxul magnetic care este constant fiind dat de magnetul permanent al statorului.

Tensiunea de alimentare aplicată circuitului se divide pe motor și rezistența R_a conform relației:

$$U_A = E + (R_M + R_a) \cdot I_M \tag{4.12}$$

Pe baza relațiilor de mai sus putem concluziona următoarele: dacă tensiunea de alimentare U_A este constantă, o creștere a cuplului M determină o mărire a curentului absorbit de motor I_M și întrucît turația trebuie să rămînă constantă (deci și E) rezultă că R_a trebuie să scadă. Dată fiind scăderea rezistenței R_a la creșterea curentului I_M, această rezistență se mai numește și *rezistență negativă*.

În montajele practice rezistența R_a este realizată cu un tranzistor a cărui conductibilitate este variată în funcție de sarcină. Pentru exemplificare, în fig. 4.29 se prezintă stabilizatorul electronic de turație al combinei muzicale STEREOSON CMS-1-250 fabricate de I. Electronica.

Curentul de alimentare al motorului, circulă de la plusul sursei de alimentare E_A la masă pe traseul: $+E_A$, T_{704} (E—C), R_{703} paralel cu R_{705}, motor, masă. Dacă cuplul rezistent (sarcina) are tendința să crească, turația va scădea iar curentul motorului I_M va tinde să crească (relația 4.11). Rezultă o mărire a căderii de tensiune pe R_{703} paralel cu R_{705} și deci o creștere a tensiunii în punctul A față de masă. Prin divizorul R_{711}, TH_{701}, R_{701}, R_{712} creșterea este transmisă în baza tranzistorului amplificator de eroare T_{701} determinînd o mărire a curentului de colector. Întrucît acesta este chiar curentul de bază al tranzistorului serie T_{704}, rezultă o creștere a conductibilității lui sau cu alte cuvinte o reducere a rezistenței echivalente emitor-colector care are ca efect mărirea turației. Termistorul TH_{701} compensează variațiile de turație datorită modificării parametrilor componentelor cu temperatura.

Circuitul este proiectat astfel încît să fie eliminate și influențele variațiilor tensiunii de alimentare nestabilizate E_A. În circuit există diodele serie D_{701}, D_{702} la bornele cărora se formează cu ajutorul rezistențelor R_{710} și R_{702} o tensiune de referință. Presupunînd o creștere a tensiunii E_A, în primul moment conform relației (4.12) rezultă o mărire a tensiunii E și deci a turației motorului. În același timp curentul prin circuitul diodelor va crește. Căderea de tensiune pe diodele serie în conducție directă rămînînd aceiași înseamnă că mărirea tensiunii E_A va fi transmisă rezistenței R_{702}. Rezultă o ridicare a

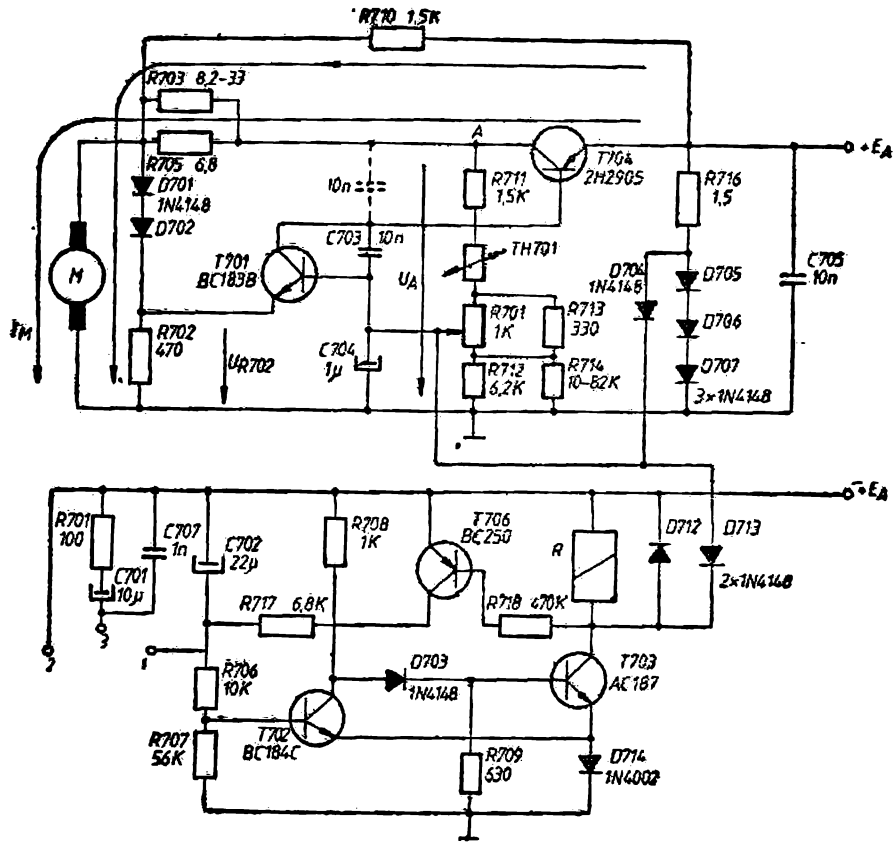

Fig. 4.29. Schema stabilizatorului electronic de turație din combina muzicală STEREOSON CMS-1-205.

potențialului emitorului T_{701} care antrenează reducerea curentului de colector și deci conductibilitatea tranzistorului T_{704} se micșorează. Motorul va fi alimentat printr-o rezistență serie echivalentă mai mare și turația va scădea la valoarea de regim normal.

Pornirea stabilizatorului la cuplarea alimentării se face prin aplicarea din tensiunea E_A cu D_{704} a unei polarizări în baza T_{701}. Datorită valorii mari a capacității C_{704} tensiunea de bază crește lent pînă cînd se atinge pragul de deschidere a lui T_{701}. Prin intrarea în conducție a tranzistoarelor T_{701}, T_{704} motorul va porni. Semireglabilul P_{701} permite ajustarea turației motorului la valoarea impusă de viteza de deplasare a benzii. Datorită particularităților constructive ale casetelor și mecanismelor, casetofoanele sînt dotate cu *autostop* care decuplează alimentarea motorului la terminarea benzii. Acesta este realizat cu dispozitive mecanice sau electronice. Autostopurile mecanice se bazează pe creșterea tensiunii în bandă cînd aceasta s-a terminat și acționarea unei pîrghii care comandă un microîntrerupător prin care se alimentează motorul.

Principiul de funcționare al unui autostop electronic este prezentat în fig. 4.29. Elementul traductor care sesizează terminarea derulării benzii este un disc cu zone conductoare pe care calcă o perie metalică. Acest disc este plasat pe tamburul receptor. În timpul mișcării de rotație are loc o scurtcircui-

tare a contactelor *2—3* și *3—1*. Cînd se realizează contactul *2—3*, C_{701} se descarcă pe R_{701}, iar cînd se face contactul *3—1*, același condensator se încarcă cu tensiunea de pe C_{702}. Condensatorul C_{702} va fi deci descărcat pe poziția *3—1* și încărcat prin R_{706}, R_{707} pe poziția *2—3*. Rezistențele R_{706}, R_{707} formează un divizor prin care circulă curentul de încărcare-descărcare al condensatorului C_{702} astfel că T_{702} va fi în saturație. Tensiunea de colector fiind aproape egală cu tensiunea de pe D_{714}, rezultă blocarea diodei D_{703} și a tranzistorului T_{703}. Releul *R* nu va fi anclanșat.

Dacă banda s-a terminat tamburul receptor se oprește. Ciclurile de încărcare-descărcare pentru C_{701} încetează, tensiunea pe C_{702} crește la valoarea E_A, curentul prin R_{706}, R_{707} scade la zero și T_{702} se blochează. Saltul tensiunii de colector produce deschiderea diodei D_{703} are la rîndul ei va aduce pe T_{703} în saturație. Releul va fi anclanșat și va decupla clapa apăsată. În același timp, scăderea puternică a tensiunii de colector la T_{703} va deschide dioda D_{713} care va pune la masă baza tranzistorului amplificator de eroare T_{701} rezultînd blocarea stabilizatorului de turație și deci oprirea motorului. Tranzistorul T_{703} este protejat la tensiunile de autoinducție care apar pe înfășurarea releului prin dioda D_{713}.

4.2.6. Benzi magnetice

Primele benzi erau formate dintr-o pulbere magnetică care era răspîndită în mod uniform într-un material cu rol de suport (policlorura de vinil). Calitățile erau modeste datorită concentrării volumetrice slabe a pulberii magnetice de maximum 10%. Mărirea concentrației nu era posibilă datorită diminuării rezistenței mecanice și a durabilității benzii. Benzile cele mai răspîndite sînt benzile cu structură multistrat. Ele sînt formate în principiu dintr-un suport de bază pe care se aplică un strat magnetic activ. Pentru îmbunătățirea adeziunii, uneori se interpune un strat special. De asemenea, în scopul diminuării rugozității stratului activ și pentru a ridica rezistența în ceea ce privește abrazivitatea, unele tipuri de benzi sînt prevăzute cu un strat special de protecție cu grosimea de 1—1,5 μm.

Benzile moderne utilizează de fapt cîteva straturi active neomogene din punct de vedere al proprietăților magnetice care uneori pot fi separate cu straturi nemagnetice. Materialul pentru baza sau suportul benzilor, utilizat de majoritatea firmelor, face parte dintr-o grupă care cuprinde: diacetilul de celuloză, triacetilul de celuloză, policlorură de vinil și polietilenul tereftalic. Ultimul tip se întîlnește sub denumirea comercială de mylar, hostafan, milynex, lavasan sau terfan.

Pulberile magnetice cele mai des folosite în ordinea cronologică de apariție în fabricație sînt: fierul carbonic, magnetita (Fe_3O_4), oxidul de fier gama (Fe_2O_3), ferita de cobalt, bioxidul de crom, pulberi metalice. Primele trei tipuri de materiale se utilizează pentru benzi destinate înregistrărilor fără performanțe deosebite.

Pulberea magnetică din ferită de cobalt de culoarea mov se utilizează cu precădere la benzi pentru magnetofoane profesionale. Un inconvenient îl constituie dependența proprietăților magnetice de temperatura ambiantă care poate fi totuși ameliorată prin adaosuri speciale.

Benzile care utilizează bioxidul de crom au o mai mare stabilitate cu temperatură, și nivele mari ale semnalului audio de frecvență înaltă. Ultima categorie de benzi utilizează un strat activ din pulberi metalice care datorită

compoziției îmbină avantajele unei energii magnetice mari cu o dependență de temperatură minimă și o caracteristică de frecvență foarte bună.

Benzile magnetice prezintă trei categorii de proprietăți: magnetice, mecanice și electroacustice.

Proprietățile magnetice sînt caracterizate de inducția remanentă B_r și forța coercitivă H_c. Forța electromotoare indusă în capul de redare depinde de mărimea inducției remanente. Din acest punct de vedere este bine ca benzile să aibă o inducție remanentă maximă cît mai mare pentru a obține o dinamică a înregistrării ridicată.

După cum s-a prezentat la începutul capitolului, pentru ca o bandă să prezinte un efect de demagnetizare mic, ea trebuie să aibă o forță coercitivă mare. Deoarece acest efect este important la frecvențe înalte se demonstrează că o bandă cu caracteristică de frecvență largă are raportul H_c/B_r cît mai mare. Acest considerent limitează într-un fel valorile B_r întîlnite în practică.

Proprietățile mecanice sînt exprimate de: lățimea și grosimea benzii, rezistența la rupere, întinderea elastică.

Lățimea și grosimea benzilor este standardizată în funcție de destinație: pentru magnetofoane sau pentru casetofoane.

Rezistența la rupere arată valoarea forței la care banda se rupe, iar întinderea elastică este alungirea benzii-exprimată în procente produsă cînd un eșantion lung de 1 m este întins cu o forță dată la o temperatură de 20°C.

Proprietățile electroacustice se exprimă prin mărimi relative (dB) raportate la o anumită bandă etalon. Aceasta, deoarece proprietățile nu se pot măsura direct ca celelalte, ci prin intermediul unui magnetofon ale cărui caracteristici influențează rezultatele. Principalele proprietăți electroacustice sînt:

— polarizarea pentru sensibilitatea maximă; arată mărimea curentului de polarizare în înaltă frecvență pentru care se obține cu un semnal de 333 Hz sau 1 kHz, tensiunea maximă la ieșire;

— sensibilitatea; este mărimea tensiunii de ieșire raportată la tensiunea benzii etalon obținută pentru același curent audio (333 Hz sau 1 kHz) în capul de înregistrare.

— caracteristica de frecvență; arată variația fluxului creat pe bandă de un cîmp magnetic alternativ de amplitudine constantă și frecvență variabilă;

— dinamica benzii; este o măsură a raportului dintre tensiunea corespunzătoare modulației maxime a benzii și tensiunea zgomotului.

• Benzi pentru magnetofoane

Acestea sînt înfășurate pe role din material plastic închise pe ambele părți. Diametrele sînt standardizate și lungimea benzii depinde de grosimea ei. De regulă pe caseta care servește la păstrarea benzii se inscripționează pe lîngă tipul benzii și următoarele; lungimea în *m*, timpul de derulare normală pentru diferite viteze, un număr care este aproximativ egal cu diametrul exterior al rolei exprimat în cm.

Lățimea benzilor de magnetofon a fost standardizată la valoarea de 6,25 $\pm$ 0,05 mm.

Din punct de vedere al grosimii sînt standardizate următoarele tipuri:

— banda normală: 55 μm

— banda long-play: 37 μm

— banda super long-play sau dublă: 27 μm

Benzile pentru magnetofoane au — la cele două capete — atașate porțiuni de bandă nemagnetică în culori diferite care indică începutul și sfîrșitul. De asemenea mai trebuie menționat că unele tipuri conțin între banda magnetică și banda de capăt, porțiuni metalizate care la terminarea benzii închid un contact al magnetofonului realizîndu-se astfel comanda de „autostop". Înregistrarea unei benzi de magnetofon se poate face pe două sau patru piste.

a) — Înregistrarea pe două piste se execută cu un cap care are înălțimea întrefierului puțin mai mică decît jumătate din lățimea benzii. Poate fi monofonică sau stereofonică. Înregistrarea monofonică presupune imprimarea ambelor trasee cu programe sonore diferite, lucru realizat prin întoarcerea benzii cînd pe aceasta s-a terminat prima pistă. Pentru înregistrarea stereo, capul va trebui să aibă două secțiuni (două întrefieruri) care vor descrie pe bandă două trasee paralele corespunzătoare celor două canale audio. Se utilizează pentru înregistrări profesionale.

b) — Înregistrarea pe patru piste comportă existența a patru trasee paralele pe bandă. Capul va avea două secțiuni și înălțimea unui întrefier va fi puțin mai mică decît un sfert din lățimea benzii. Pistele de pe bandă — ca de altfel și în cazul a — sînt separate cu un mic spațiu pentru a evita diafonia dintre trasee. Menționăm că din motive de compatibilitate poziționarea traseelor pe bandă (lățimea pistelor și spațiile dintre ele) este standardizată.

Înregistrarea monofonică se face aplicînd semnal pe rînd fiecărei secțiuni a capului și întorcînd banada de fiecare dată cînd s-a terminat. Rezultă astfel o durată de exploatare dublă față de înregistrare mono pe două piste.

Înregistrarea stereofonică se poate realiza alimentînd simultan cele două secțiuni ale capului cu semnalele corespunzătoare celor două canale. Prin întoarcerea benzii cînd s-a sfîrșit, se obține o durată de înregistrare dublă față de cazul înregistrării pe două piste.

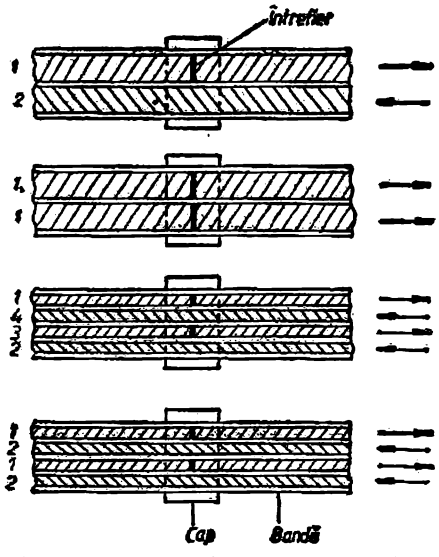

Fig. 4.30. Repartiția pistelor la o bandă de magnetofon:

a — înregistrare mono pe două piste; b — înregistrare stereo pe două piste; c — înregistrare mono pe patru piste; d — înregistrare stereo pe patru piste.

În fig. 4.30 se prezintă traseele (pistele) pe bandă pentru situațiile descrise.

Se poate observa că datorită sensurilor pistelor, înregistrarea stereo din cazul d nu poate fi redată mono pe un magnetofon cu două piste (cazul a). Acest inconvenient este înlăturat la casetofoane.

● Benzi pentru casetofoane

Casetofoanele comercializate actualmente pe plan mondial utilizează două tipuri de casete: casete compacte și casete Cartridge.

Caseta compactă, cu denumirea originală COMPACT CASSETE, conține o bandă magnetică cu lățimea standardizată de 3,81 mm iar grosimea este variabilă în funcție de durata înscrisă pe ea. Viteza de

deplasare este de 4,75 cm/s. Ea a fost concepută de firma Philips, iar primele modele au fost comercializate începînd din 1965 (fig. 4.31).

Caseta compactă se compune din două capace simetrice asamblate prin cinci şuruburi. Pe latura din spate a fiecărui capac este prevăzută o „aripioară" de siguranţă ce poate fi înlăturată prin îndoire, asigurîndu-se astfel caseta cu bandă înregistrată împotriva ştergerilor accidentale (fig. 4.31 *c*).

Casetele de înaltă fidelitate (HI-FI) au aceleaşi dimensiuni cu casetele normale cu deosebirea că spaţiul din dreptul aripioarelor este mai mare. Aceasta este necesar pentru a permite unor dispozitive care acţionează în decupările respective, să modifice premagnetizarea pentru un alt tip de bandă (de exemplu CrO_2) sau corecţiile de înregistrare-redare.

Pe latura din faţă sînt practicate cinci fante de dimensiuni diferite şi aşezate simetric. În fantele mari, pe durata înregistrării-redării, pătrund parţial: capul de ştergere, capul combinat şi rola presoare de cauciuc. Pe suprafaţa capacelor sînt practicate următoarele deschideri:

— două deschideri cu ⌀ 11,1 mm în care se rotesc butucii debitor şi şi primitor ai benzii;

— două deschideri de referinţă cu ⌀ 1,5 mm în care pătrund ştifturile de centrare şi fixare ale casetofonului la introducerea casetei;

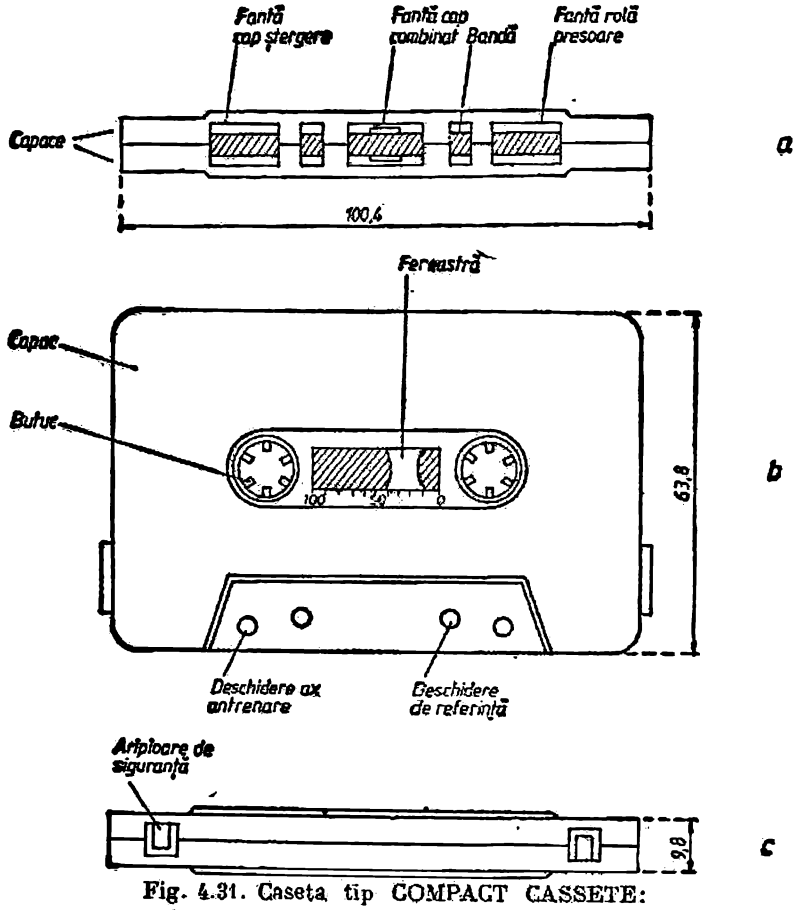

Fig. 4.31. Caseta tip COMPACT CASSETE:
a — vedere din faţă; *b* — vedere din sus; *c* — vedere din spate.

— două deschideri cu ø 4,5 mm unde pătrunde axul de antrenare al benzii;

— o fereastră acoperită cu material translucid și care este prevăzută cu o gradație pentru a aprecia cantitatea de bandă de pe butuci.

În interiorul casetei se găsesc doi butuci din material plastic care se rotesc liber. Aceștia sînt prevăzuți cu șase caneluri interioare pentru a putea fi antrenați de mecanismul casetofonului. Pe fundul capacelor se găsesc două folii din material plastic lucios care micșorează frecarea benzii înfășurate pe butuci. Ca și în cazul rolelor de magnetofon, banda are la capete porțiuni de material nemagnetic care sînt fixate de butuci.

În dreptul ferestrei centrale, caseta este prevăzută cu o bucată de pîslă care asigură contactul benzii pe capul combinat, fiind presată de o lamelă arcuită din bronz. Pentru micșorarea influenței cîmpurilor magnetice de dispersie ale capului combinat asupra benzii, există un ecran din permalloy. (fig. 4.32)

Un mod economic de presare a benzii pe capul combinat (lamela de bronz fiind eliminată) constă în lipirea pe ecran a unui material spongios de formă pătrată la capătul căruia se află pîsla.

Ghidarea benzii în interiorul casetei se realizează cu două role care se rotesc liber pe cîte un ax. Ele sînt așezate la colțurile corespunzătoare feței cu fante.

Durata de înregistrare și redare a casetelor compacte depinde de grosimea benzii. Deoarece diametrul maxim al benzii înfășurate complet pe un butuc este limitat la 46 mm, în funcție de grosimea benzii există următoarele tipuri uzuale de casete:

= C—60; grosimea 18 μm; durata 2 × 30 min;
= C—90; grosimea 12 μm; durata 2 × 45 min;
= C—120; grosimea 9 μm; durata 2 × 60 min.

Primele tipuri de benzi fabricate cu un singur strat activ de oxid de fier aveau la viteza de 4,75 cm/s un domeniu de frecvență cuprins între 100—7000 Hz. Prin utilizarea unor noi materiale care au fost prezentate la începutul paragrafului, limita superioară a putut fi extinsă pînă la 20.000 Hz. Totodată s-a obținut și reducerea considerabilă a zgomotului de fond.

Casetele destinate înregistrărilor de înaltă fidelitate poartă denumirile: LOW-NOISE (zgomot redus) și HIGH OUTPOUT (nivel mare). Ele sînt marcate cu literele *L* respectiv *H*.

Întrucît din punct de vedere al proprietăților magnetice între benzile normale cu oxid de fier și benzile de înaltă fidelitate există deosebiri importante, rezultă pentru curenții de premagnetizare și corecțiile la înregistrare-

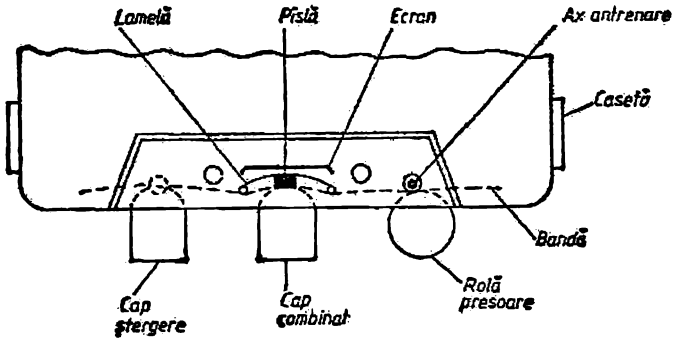

Fig. 4.32. Poziția casetei în timpul redării sau înregistrării.

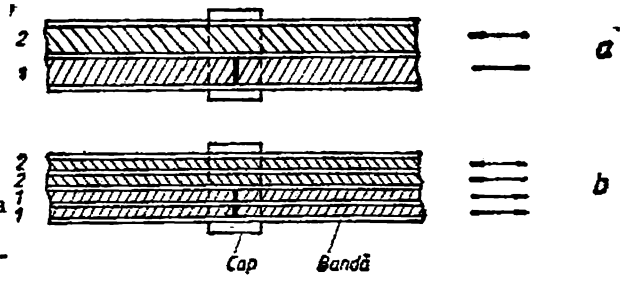

Fig. 4.33. Repartiția pistelor la caseta compactă:
a — înregistrare monofonică; b — înregistrare stereofonică.

redare valori mult diferite. De exemplu pentru benzile cu CrO_2 curentul de premagnetizare este mai mare cu 4—5 dB, rezultînd astfel o ridicare proporțională a frecvenței înalte. Drept consecință casetofoanele de calitate sînt dotate cu comutatoare speciale, prin care se realizează regimul impus de tipul benzii.

Înregistrarea pe o casetă compactă se poate executa mono sau stereo așa cum se prezintă în fig. 4.33.

În cazul înregistrării mono, capul are o singură secțiune și prin întoarcerea casetei se pot înregistra două piste cu programe sonore diferite. Înregistrarea stereo necesită un cap cu două secțiuni aferente celor două canale audio. La derularea normală într-un sens a casetei, pe bandă se imprimă două piste simultan, urmînd ca prin întoarcerea casetei înregistrarea să se continue în sens opus cu celelalte două piste. Se observă că pistele într-un sens sînt alăturate, spre deosebire de cazul înregistrării pe bandă la magnetofoane unde pistele unui sens sînt întrețesute cu pistele celuilalt sens. Rezultă, în cazul casetofoanelor, o compatibilitate între înregistrările stereo și mono.

Caseta Cartridge se caracterizează prin faptul că banda magnetică este înfășurată pe un singur butuc formînd în timpul funcționării o buclă fără sfîrșit. Viteza de deplasare a benzii este de 9,53 cm/s iar lățimea ei este identică cu aceea a benzilor de magnetofon adică de 6,25 mm.

Pentru o bună înțelegere, în fig. 4.34 se prezintă schema cinematică a unui casetofon Cartridge. Aria lui de răspîndire cuprinde în special S.U.A. și Japonia.

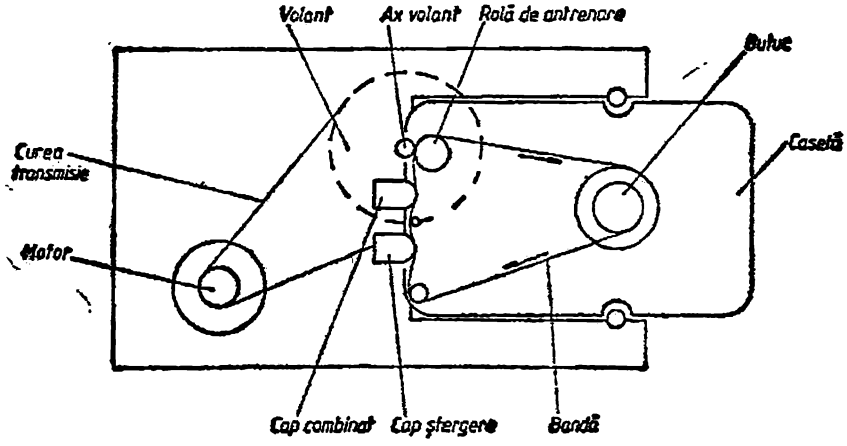

Fig. 4.34. Schema cinematică a unui casetofon CARTRIDGE.

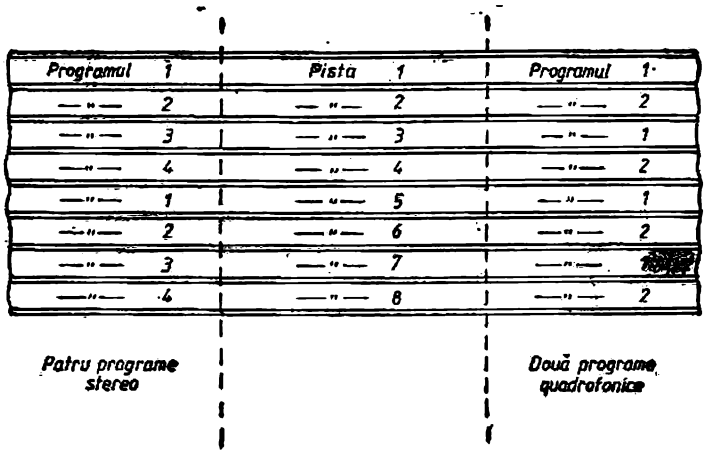

Fig. 4.35. Repartiția pistelor la caseta CARTRIDGE.

Banda magnetică se găsește înfășurată pe un butuc montat în interiorul unei casete formate din două capace. Ea se derulează plecînd dinspre spira centrală și se înfășoară peste spira periferică. În interiorul casetei se găsesc două ghidaje și rola presoare de antrenare.

Numărul de piste înregistrate este de opt; ceea ce înseamnă patru programe stereofonice sau două programe quadrofonice (fig. 4.35).

Banda alcătuind o buclă fără sfîrșit, înregistrarea și redarea se face fără oprire și întoarcerea casetei nu mai este necesară. De aceea pentru parcurgerea succesivă a pistelor, casetofonul are un dispozitiv automat care deplasează capetele.

Acest tip de casetă nu permite derularea rapidă a benzii. De aceea singura comandă de care dispune casetofonul este un buton de înregistrare. Redarea și oprirea se efectuează automat prin introducerea și respectiv scoaterea casetei din aparat.

4.3. Înregistrarea magnetică a imaginii

Avantajele deosebite al înregistrării magnetice în domeniul audio au impus efectuarea de cercetări sporite pentru extinderea acesteia și în domeniul video. Aceasta a dus la apariția pe piață, în ultimii zece ani, a videocasetofoanelor pentru marele public.

Principala dificultate întîmpinată, provine din frecvența limită maximă a semnalului video. Aceasta în funcție de normă, este cuprinsă între 4—6 MHz fiind mult mai mare decît frecvența maximă corespunzătoare unui semnal audio de înaltă fidelitate (20 kHz). Astfel pentru standardul OIRT rezultă un raport al celor două frecvențe de 325. Dacă considerăm că o frecvență audio maximă de 20 kHz poate fi înregistrată fără probleme deosebite la o viteză de deplasare a benzii de 9,5 cm/s și dorim prin intermediul aceluiași cap să înregistrăm un semnal video, conform relațiilor (4.6 și 4.7) va rezulta un necesar de viteză de: $9{,}5 \times 325 = 30{,}875$ m/s. Această cifră duce la un consum exagerat de bandă care nu poate fi acceptat.

Micșorarea vitezei de antrenare a benzii fără ca definiția imaginii să fie puternic afectată se poate face pe două căi: reducerea lățimii întrefierului capului magnetic și prin mărirea vitezei relative cap-bandă magnetică. Deoarece întrefierul nu poate fi coborît sub o anumită limită, eforturile au fost concentrate în vederea stabilirii unei viteze a benzii cît mai scăzute, asociată cu o rotație a capetelor magnetice video, astfel încît să se realizeze un compromis optim între consumul de bandă și calitatea imaginii.

În continuare se vor prezenta particularitățile înregistrării magnetice a semnalelor video cu videomagnetoscoape destinate amatorilor.

4.3.1. Principiile înregistrării semnalelor video pe banda magnetică

Înregistrarea magnetică a semnalelor video pe videocasetofoanele destinate marelui public se face cu ajutorul unui tambur cu disc rotativ care conține două capete diametral opuse. Banda magnetică care se deplasează, face contact cu suprafața acestuia pe un sector de cerc de 180° astfel că forma pe care o ia este jumătate din litera Ω (fig. 4.36 *a*).

Durata de înregistrare a benzii se mărește prin utilizarea unei lățimi mai mari (12,7 mm) și descrierea de către capetele video a unor piste înclinate. Pentru aceasta, direcția de deplasare a benzii și axa de rotație a sistemului cu capete nu sînt perpendiculare. La primele tipuri de videocasetofoane nivelul rolelor debitoare și primitoare era diferit iar axul sistemului rotativ, vertical, obținîndu-se dispunerea din fig. 4.36 b și c. Aparatele fabricate actualmente

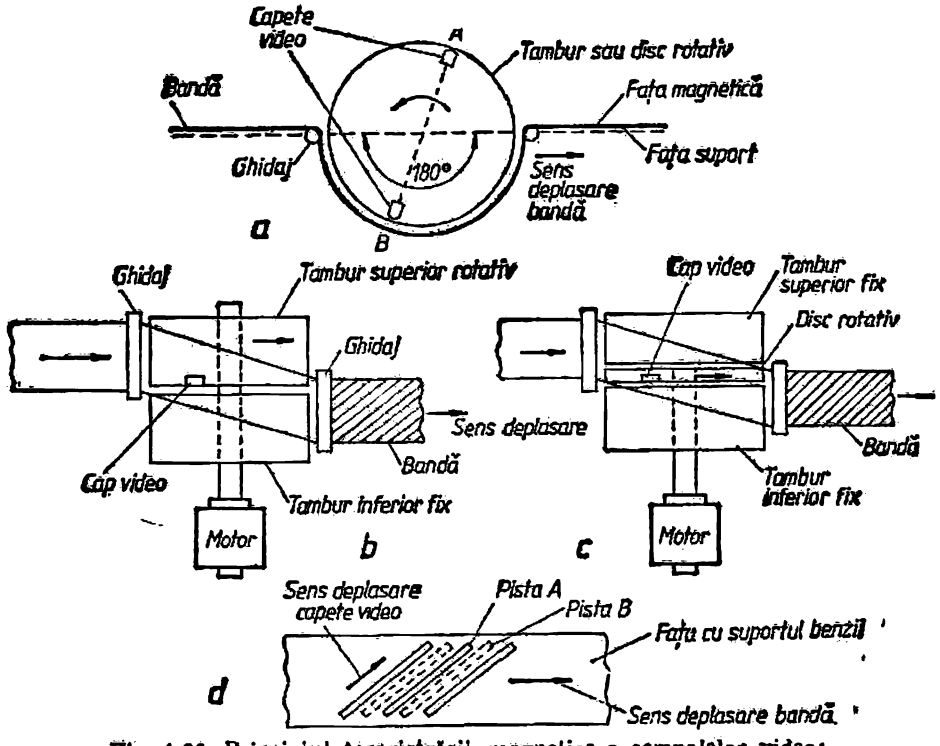

Fig. 4.36. Principiul înregistrării magnetice a semnalelor video:
a — secțiune transversală; *b*, *c* — variante constructive ale sistemului de capete; *d* — dispunerea pistelor pe bandă.

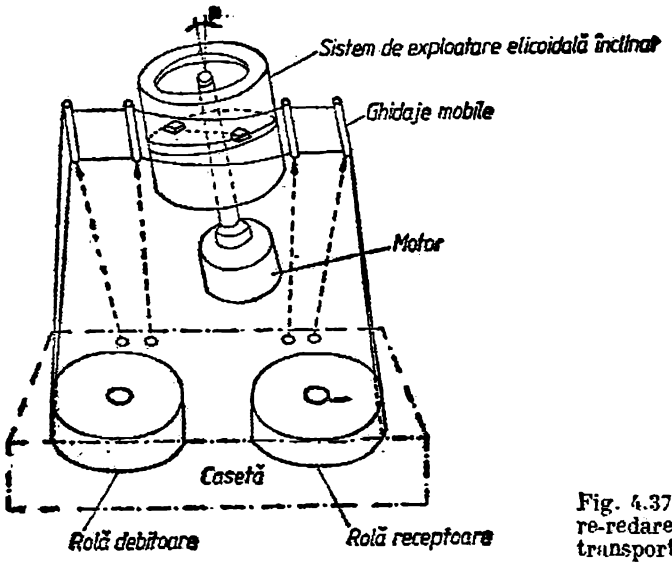

Fig. 4.37. Principiul de înregistrare-redare cu capete înclinate și transportul benzii în același plan.

pe scară mare sînt caracterizate printr-o deplasare a benzii în același plan iar sistemul rotativ este înclinat. (fig. 4.37). Acest lucru este foarte important din punct de vedere al construcției casetelor.

În prima variantă, din motive de reducere a gabaritului, cele două role ale casetei erau așezate suprapus (coaxiale) iar în a doua variantă, rolele sînt în același plan ca la casetele audio.

Sistemul mecanic al capetelor este diferit în funcție de tipul videocasetofonului. Astfel ele se pot găsi montate pe un tambur superior rotativ (fig. 4.36 *b*) sau pe un disc care se rotește între doi tamburi imobili (fig. 4. 36 *c*) Fiecare cap magnetic în mișcarea lui de revoluție va descrie pe bandă un traseu înclinat. Se obțin piste alternate corespunzătoare timpului în care capetele sînt în contact cu banda (fig. 4.36 *d*).

În funcție de standard, înclinarea variază între 3° și 5° iar lungimea pistei, între 96 mm și 165 mm.

După cum se vede în fig. 4.38, pe bandă se mai înregistrează două piste marginale. Pista de sus este destinată semnalului audio, iar pista de jos unor semnale de sincronizare necesare servomecanismelor.

Viteza de rotație a capetelor este astfel aleasă încît pe timpul cît acestea sînt în contact cu banda să se imprime semnalul video corespunzător unui semicadru (312,5 linii). Frecvența acestuia fiind de 50 Hz, rezultă că timpul în care un cap descrie o pistă este de 1/50 s = 20 ms. Practic vorbind, de exemplu cînd primul cap a descris pista A ajungînd la marginea superioară, cel de al doilea cap este prezent la marginea inferioară pentru a imprima pista *B* în 1/50 s. După descrierea acesteia, urmează o nouă imprimare cu primul cap pe pista *A'* și procesul se repetă periodic. Pista *A* care conține cele 312,5 linii ale primului semicadru și împreună cu pista *B* ce cuprinde următoarele 312,5 linii ale celui de al doilea semicadru, formează o imagine completă de 625 linii care se înregistrează în 1/25 s.

Perioada de rotație a unui cap magnetic fiind de 1/25 s, va rezulta o turație a sistemului mobil de 1 500 rot/min.

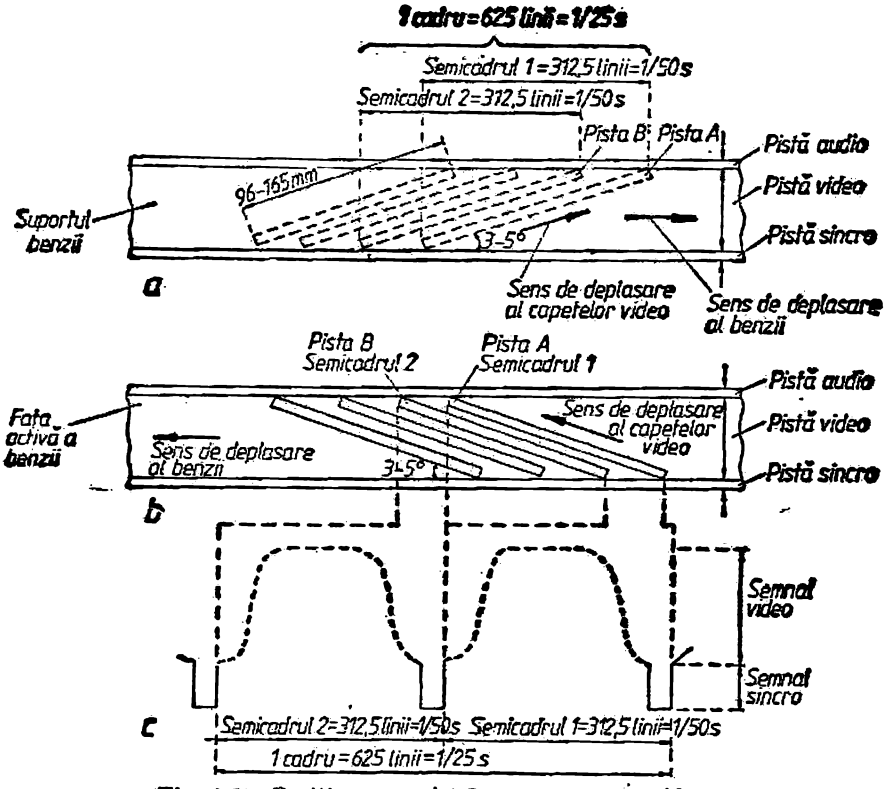

Fig. 4.38. Poziționarea pistelor cu semnale video:
a — în raport cu suportul benzii; *b* — în raport cu fața din material magnetic; *c* — semnalul video.

Datorită faptului că fiecare pistă conține toate componentele unui semnal video complex pe un semicadru (video, stingere, sincro), este posibil ca prin oprirea deplasării benzii să se obțină imagini fixe. Capetele rotative vor analiza în permanență aceeași pistă (semicadru).

Menționăm că poziționarea pistelor pe bandă și a sensurilor se poate face în raport cu fața suportului benzii (fig. 4.38 *a*) sau în raport cu fața ce conține materialul magnetic (fig. 4.38 *b*).

4.3.2. Prelucrarea semnalului video complex color în vederea înregistrării magnetice.

Deoarece, pe de o parte din motive tehnologice reducerea întrefierului sub 0,3 μm este dificilă, iar pe de altă parte mărirea vitezei de deplasare a benzii nu este rațională, rezultă că înregistrarea și redarea unor semnale video cu bandă foarte largă este nesatisfăcătoare. Din punct de vedere practic, o imagine de televiziune este considerată mulțumitoare ca definiție, dacă frecvența video maximă este de cca 3 MHz.

De asemenea, datorită spectrului foarte larg al semnalului video uzual de la 20 Hz la 3 MHz comportarea capetelor magnetice în acest domeniu este foarte diferită. Ele sînt realizate din ferită monocristal și au un întrefier de circa 0,3—0,5 μm.

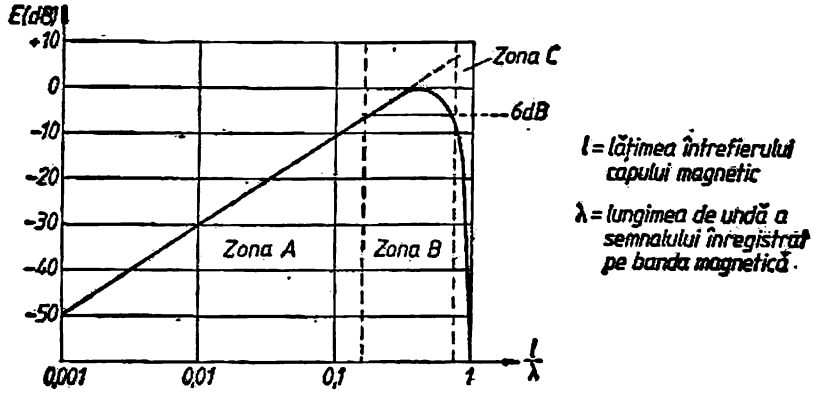

Fig. 4.39. Caracteristica de frecvență a capului magnetic.

În fig. 11.39 se prezintă caracteristica de frecvență a unui cap magnetic pe care se pot delimita trei zone (la redare). Dacă considerăm ca referință frecvența la care tensiunea indusă în cap la redare este maximă, se constată existența unei zone C caracterizată prin creșterea rapidă a atenuării. Aceasta se găsește în domeniul frecvențelor înalte unde lungimile magneților echivalenți de pe bandă devin comparabile cu lățimea întrefierului. Cînd lungimea de undă a semnalului de pe bandă devine egală cu lățimea întrefierului, tensiunea obținută este nulă iar redarea ca de altfel și înregistrarea este imposibilă. Zona *A* este caracterizată de o creștere liniară a nivelului cu frecvența. Considerînd o lărgime de bandă a semnalului video cuprinsă între 20 Hz și 3 MHz vor rezulta pentru tensiunea indusă în cap diferențe foarte mari. Deoarece capetele sînt concepute pentru a prezenta performanțe optime la frecvențe înalte, funcționarea lor în domeniul de frecvență joasă este nesatisfăcătoare.

În jurul frecvenței la care nivelul este maxim, se delimitează pentru o atenuare de — 6 dB, zona *B* care reprezintă zona de funcționare optimă.

Din cele prezentate, rezultă că înregistrarea semnalelor video cu spectrul original nu se poate face, cu atît mai mult cu cît frecvența curentului de premagnetizare ar trebui să fie de 4—5 ori mai mare ca frecvență video maximă, lucru inutilizabil pentru capetele magnetice.

Rezolvarea problemei constă în utilizarea unei purtătoare de înaltă frecvență, modulată MF cu semnalul video a cărei frecvență variază aproximativ între 3 și 5 MHz. Acest domeniu corespunde zonei *B* din fig. 4.39 unde performanțele capetelor sînt optime și pot fi controlate. Totodată soluția mai are avantajul că înregistrarea se poate efectua direct prin aplicarea unui nivel care să depășească saturația materialului magnetic al benzii. Semnalul imprimat pe bandă, fiind modulat în frecvență, rezultă că variațiile de amplitudine între anumite limite ale inducției remanente B_r nu sînt importante. Se evită astfel utilizarea unui curent de premagnetizare cu frecvență foarte înaltă.

Precizăm că transpunerea semnalului video original într-un domeniu de frecvență înaltă se referă la semnalul video complex pentru TV—AN sau la semnalul de luminanță pentru TVC.

Dacă semnalele de crominanță sînt prezente, se observă că spectrul ocupat de ele în semnalul video complex color original se suprapune cu domeniul unde s-a realizat transpunerea semnalului de luminanță. Pentru a evita acest inconvenient se procedează la o nouă translație de frecvență în sensul că banda ocupată de semnalele de crominanță este mutată în domeniul frecvențelor mai joase și în afara benzii laterale inferioare a semnalului MF de luminanță.

Mecanismul de prelucrare al semnalului video complex color poate fi urmărit pe fig. 4.40. Sursa externă de semnal livrează videomagnetoscopului un semnal video complex color cu spectrul ca în fig. 4.40 *a*. În funcție de norma utilizată există diferențe la frecvențe înalte. Astfel în norma PAL subpurtătoarea de crominanță este de 4,43 MHz iar în norma SECAM subpurtătoarele nemodulate sînt 4,250 MHz și 4,406 MHz.

După cum s-a arătat mai sus, din punct de vedere al definiției imaginii, o frecvență limită superioară de 3MHz este satisfăcătoare. Ca urmare, din semnalul original prin intermediul a două filtre se obțin: semnalul de luminanță cu o bandă de 20 Hz—3 MHz și semnalele de crominanță a căror structură depinde de normă (fig. 4.40 *b*). În continuare, fiecare semnal în parte va fi prelucrat în mod corespunzător. Astfel, *semnalul de luminanță* va modula în frecvență un oscilator comandat în tensiune obținîndu-se o deviație maximă de frecvență Δf_{max}. Aceasta corespunde amplitudinii maxime a semnalului video complex de luminanță adică diferenței de amplitudine dintre nivelul impulsurilor de sincronizare și nivelul albului. Ca la orice proces de modulație rezultă două benzi laterale a căror întindere și amplitudine depinde de deviația de frecvență instantanee și viteza de variație a frecvenței (egală cu frecvența semnalului video modulator). Benzile laterale sînt inegale datorită limitării benzii laterale superioare (BLS) din motive lesne de înțeles (fig. 4.40 *c*). Deviația maximă Δf_{max} variază de la sistem la sistem.

Astfel la sistemul VCR/SVR — primul apărut în exploatare pe piață — Δf_{max} era de 1,5 MHz iar domeniul de frecvență explorat între 3,3 MHz și 4,8 MHz. Actualele sisteme cu arie mare de răspîndire sînt VHS unde Δf_{max} = = 1 MHz într-un domeniu de 3,8—4,8 MHz și BETAMAX cu Δf_{max} = 1,2 MHz în domeniul 3,6 — 4,8 MHz.

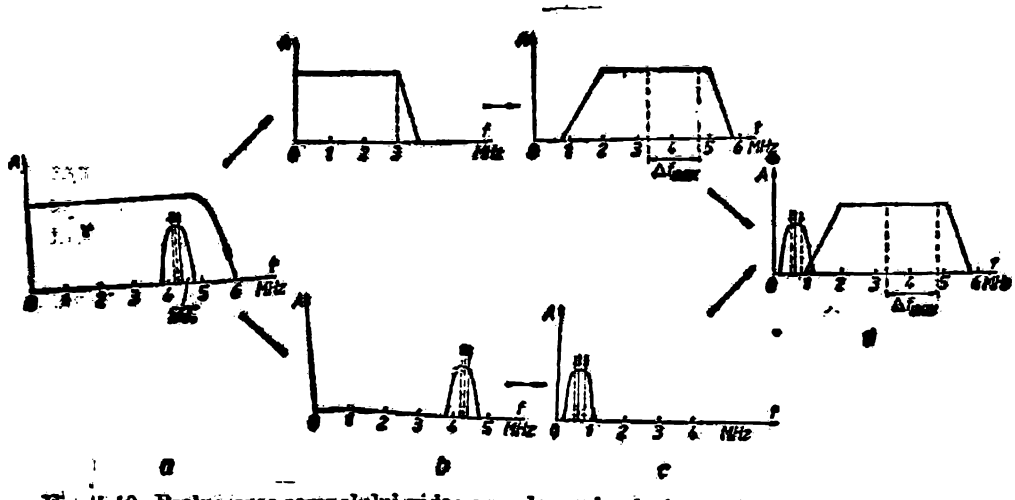

Fig. 4.40. Prelucrarea semnalului video complex color la înregistrare pe videocasetofoanele de amateri.

Semnalele de crominanță vor fi translatate într-un domeniu de la limita benzii laterale inferioare (BLI) a semnalului de luminanță modulat MF. Astfel în sistemul european PAL subpurtătoarea de 4,43 MHz devine egală cu 626,95 kHZ care este armonica 40 a frecvenței liniilor plus 1950 Hz, iar în SECAM subpurtătoarele de crominanță nemodulate de 4,25 MHz și 4,406 MHz devin 594 kHz și 750 kHz. Ele sînt armonicele 38 respectiv 48 le frecvenței liniilor. Această legătură cu frecvența de explorare pe linii este deosebit de importantă fiind folosită la redare pentru regenerarea semnalului original și totodată pentru o fazare corespunzătoare a semnalelor de crominanță și luminanță.

4.3.3. Standarde de videocasetofoane

Primele încercări de înregistrare a imaginii concretizate practic, au fost făcute la începutul anilor 50 de firma RCA. Înregistrarea se făcea longitudinal ca la magnetofoane cu viteză de deplasare a benzii de 9 m/s rezultînd un mare consum de bandă.

Următorul pas a fost făcut de AMPEX în 1956 care prin utilizarea capetelor rotative realiza o imprimare transversală a semnalelor video. Mișcarea benzii se făcea cu o viteză relativ scăzută — 38,1 cm/s — astfel că împreună cu mișcarea capetelor, rezulta o viteză relativă de 42 m/s•ceeace permitea înregistrarea unor semnale video cu limita superioară de 18 MHz. Analiza elicoidală a benzii a fost realizată prima dată în 1959 de firma TOSHIBA prin utilizarea unui singur cap rotativ.

În 1964 firma PHILIPS introduce două capete rotative, iar în 1968 se realizează primul magnetoscop cu role destinat marelui public.

Primul sistem care utilizează banda magnetică montată în casete a apărut în 1972 fiind realizat de PHILIPS sub denumirea prescurtată de VCR (video cassette recorder). Imprimarea se efectua printr-o analiză elicoidală a benzii cu două capete rotative obținîndu-se piste oblice separate între ele cu un mic spațiu. Acest sistem a fost perfecționat în sensul că s-a mărit durata de înregistrare a benzii, rezultînd în 1977 varianta „long play" (VCR/LP). Ea se caracterizează prin dispariția spațiilor dintre piste rezultînd o triplare a timpului de înregistrare comparativ cu prima variantă VCR standard (VCR/STD).

Prin reducerea vitezei de derulare a benzii, firma GRUNDIG a realizat sistemul SVR (Super video recorder) care permitea o înregistrare de 4/ore pe o casetă VCR.

Paralel cu firmele europene, s-au efectuat cercetări și în Japonia rezultînd în 1975 apariția sistemului BETAMAX al firmei SONY și sistemul VHS (video home system) al firmei JVC. Aceste sisteme au căpătat cea mai mare arie de răspîndire. Ele se caracterizează printr-o analiză elicoidală a benzii cu două capete rotative, iar timpul de înregistrare al unei casete este mărit pe de o parte prin micșorarea vitezei, iar pe de altă parte prin suprimarea spațiilor dintre piste. Aceste sisteme au fost adoptate de majoritatea fabricanților și datorită concurenței au rezultat în cadrul fiecăruia o serie de variante care diferă prin viteza de deplasare a benzii, calitatea sunetului etc.

Caracteristicile principale ale sistemelor destinate amatorilor sînt prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

SISTEMUL	VCR/STD	VCR/LP	SVR	BETA MAX	VHS
Viteza benzii (cm/s)	14,29	6,56	3,95	1,87	2,34
Viteza relativă de analiză a benzii (m/s)	8,18	8,18	8,20	5,83	5,84
Grosimea minimă a benzii (μm)	16	13	15	17	20
Lățimea benzii (mm)	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
Lățimea pistei video (μm)	130	85	51	32	49
Diametrul tamburului de analiză (mm)	105	105	105	75	62
Azimutul întrefierului capetelor video	90°	90°±15°	90°±15°	90°±7°	90°±6°
Durata maximă a înregistrării (min)	60	180	240	195	180
Dimensiunile casetei video (mm)	146×127 ×41	146×127 ×41	146×127 ×41	156×96 ×25	188×104 ×25
Definiția — color — (linii)	300	280	280	250	240
Banda audio (Hz)	50—12.000	50—10.000	50—10.000	70—7.000	50—8.000
Raport semnal/zgomot video (dB)	45	44	47	42	40
Raport semnal/zgomot audio (dB)	45	43	43	40	41

După cum se vede, toate sistemele utilizează o bandă cu lățimea de 12,7 mm montată într-o casetă. Introducerea și scoaterea ei din magnetoscop nu este condiționată de o rebobinare prealabilă ca la standardele profesionale.

Un alt punct comun al acestor sisteme îl constituie modul de înregistrare al benzii. Prin poziționarea axului de rotație al monturii capetelor rotative față de sensul de deplasare al benzii, la un unghi diferit de 90°, se obține o analiză elicoidală a benzii așa cum s-a prezentat în fig. 4.38. Totodată prin intermediul unor alte capete, la marginile benzii se înregistrează longitudinal semnalele audio și de sincronizare pentru servomecanisme.

La primul sistem apărut în exploatare — VCR — pistele oblice de pe bandă erau înregistrate cu ajutorul a două capete rotative al căror întrefier era perpendicular pe direcție de deplasare a lor. Între două piste exista un spațiu de gardă absolut indispensabil pentru evitarea interferențelor numite și diafotie. În acest mod rezulta o autonomie de înregistrare pe o casetă de circa 60 min. ceeace produce greutăți la imprimarea unor emisiuni de lungă durată cum ar fi filmele.

La sistemele ulterior apărute, pentru a se mări durata de înregistrare, se utilizează un nou mod de dispunere al pistelor video care permite realizarea de videomagnetoscoape de tip LONG PLAY. Traseele descrise de cele două capete pe banda magnetică sînt alăturate astfel că spațiile de gardă dispar și

autonomia pe casetă se mărește. Pentru a evita pericolul de diafotie, întrefierul unui cap nu mai este perpendicular pe direcția de deplasare a lui. Decalajul unghiular față de poziția de perpendicularitate (90°) la un cap, este invers față de decalajul celuilalt cap. Acest decalaj numit azimut, este cuprins în funcție de sistem între $\pm$ 6° și $\pm$ 15°. Pe bandă, așa cum se prezintă în fig. 11.41 și fig. 11.42, vor rezulta piste alăturate la care polarizările inducției remanente nu mai sînt longitudinale. Între două piste vecine acestea vor face un unghi între ele egal cu dublul unghiului de înclinare al întrefierului.

La redare cînd un cap explorează pista corespunzătoare lui, tensiunea indusă de fluxul magnetic al pistei vecine este mult redusă datorită sensului de polarizare care este diferit de sensul de polarizare a pistei analizate.

La sistemele LONG PLAY, prin combinarea procedeului de imprimare descris, cu reducerea vitezei de deplasare a benzii pînă la o anumită limită, cu micșorarea grosimii benzii și cu îngustarea pistelor, se mărește durata de înregistrare la 3h15′ pentru BETAMAX și 3 h pentru VHS.

În practică întrefierurile decalate unghiular sau în azimut ale capetelor magnetice, acoperă nu numai pista respectivă. Ele pătrund puțin și în pista adiacentă generînd o nouă sursă de diafotie.

Deoarece pe fiecare pistă se înregistrează un număr de 312,5 linii corespunzătoare unui semicadru, capul *A* va începe imprimarea cu o linie întreagă și o va termina cu o jumătate de linie. Urmează imprimarea unei noi piste prin capul *B* care începe cu cealaltă jumătate de linie și se termină cu o linie întreagă. Reprezentînd grafic cele două trasee, se observă că o linie a unui semicadru înregistrat este parțial vecină cu două linii ale semicadrului adiacent (fig. 4.43 *a*). Înălțimea întrefierului fiind mai mare ca cea necesară unei piste, rezultă o diafotie la redarea pistei *A* produsă de pista *B*. Din punct de vedere

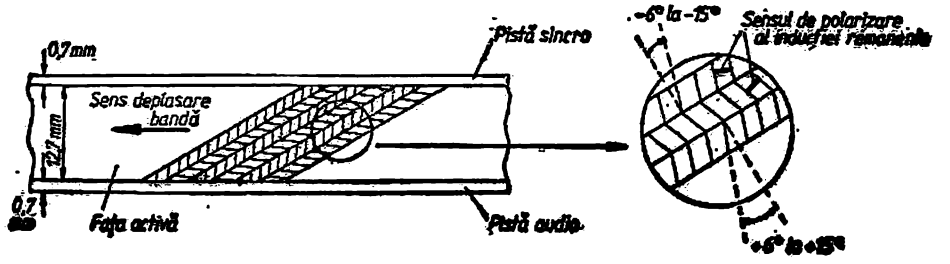

Fig. 4.41. Dispunerea pistelor la sistemul LONG PLAY.

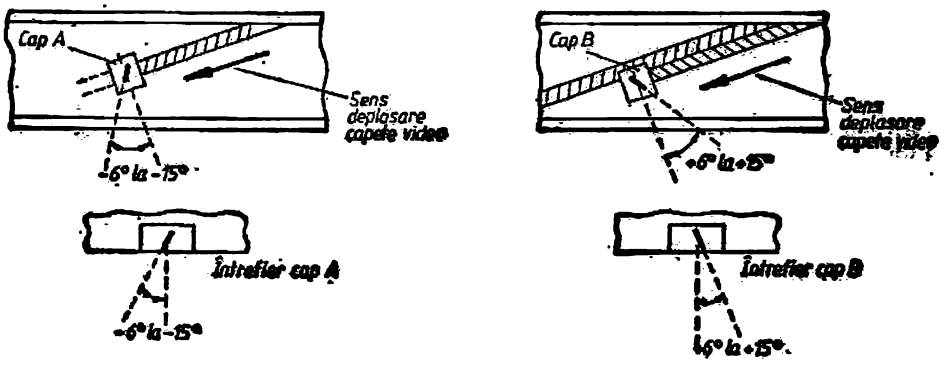

Fig. 4.42. Poziția întrefierului capetelor magnetice față de sensul lor de deplasare la sistemele LONG PLAY.

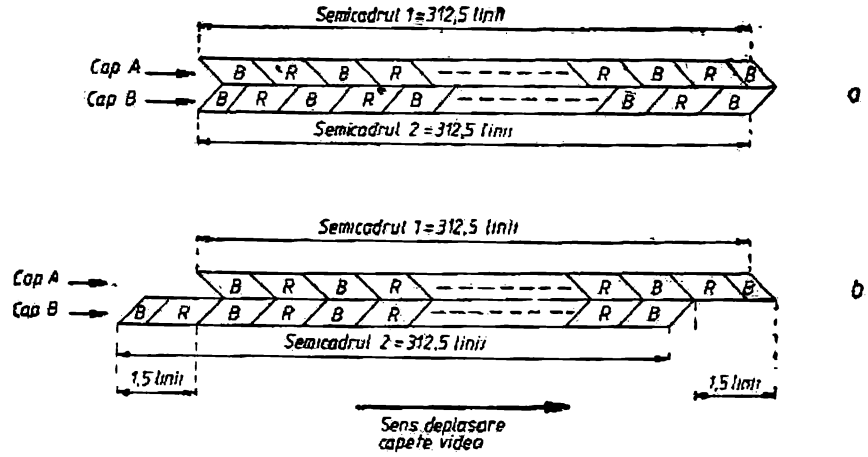

Fig. 4.43. Înregistrarea pistelor cu decalaj de 1,5 linii:
a — poziția relativă a două piste alăturate fără decalaj; *b* — poziția relativă cu decalaj de 1,5 linii.

al semnalului de luminanță, aceasta nu e importantă, deoarece prin transpunerea lui la frecvențe înalte, capul la redare va funcționa în zona *B* din fig. 4.39 unde semnalul furnizat este maxim și influența tensiunii perturbatoare produsă de pista adiacentă este diminuată (raport semnal/zgomot mare).

Semnalele de crominanță fiind transpuse într-un domeniu de joasă frecvență vor induce, conform, figuri 4.39, nivele mici în cap la redare, astfel că influența pistei adiacente este mare. Deoarece normele de televiziune în culori aflate în exploatare se bazează pe ipoteza simplificatoare că informația de culoare de pe două linii alăturate este aproximativ aceiași, se vede că prin sistemul de înregistrare din fig. 4.43 *a* ipoteza nu mai este respectată.

Pentru exemplificare am ales imprimarea unui semnal pe norma SECAM, unde acest fenomen este foarte deranjant. Se știe că în acest caz pe o linie se transmite informația de albastru (B), iar pe linia următoare va fi transmisă informația de roșu (B). Dacă la un moment dat capul *A* explorează o linie cu semnal de crominanță corespunzător albastrului, atunci va exista și o perturbație a semnalului de roșu de pe pista adiacentă. Pentru a reduce considerabil acest gen de diafotie capetele magnetice de pe tamburul sau discul rotativ vor avea un decalaj unghiular de 179°25'45" în loc de 180°. Se obține astfel un avans al unei piste față de cealaltă pistă de 1,5 linii care va duce la alăturarea a două linii ce conțin aceeași informație (fig. 4.43 *b*).

Avansul de 1,5 linii care apare datorită decalării unghiulare a capetelor magnetice poate fi explicat după cum urmează. Capul *A* începe explorarea pistei corespunzătoare lui, de la marginea de jos a benzii deplasându-se spre marginea de sus și înscrie cele 312,5 linii. Deoarece unghiul capului *B* față de capul *A* este mai mic de 180°, acesta începe explorarea pistei *B* cînd capul *A* mai are de parcurs 1,5 linii pînă să ajungă la capăt. Cu alte cuvinte pista *B* va fi decalată în avans față de pista *A* cu o lungime corespunzătoare de 1,5 linii. Rezultă astfel o aliniere a informațiilor de crominanță de pe două piste adiacente.

Pe norma PAL fazele alternate pe linii ale semnalelor de crominanță ridică probleme specifice. După cum se cunoaște, fazele semnalului $R-Y$ variază pe două linii succesive cu 180° și semnalul complex color E_C va avea

o simetrie față de axa $B-Y$ făcînd un unghi de $\pm \alpha$. Acesta reprezintă faza instantanee a semnalului de crominanță complex și ea este alternată de la linie la linie.

Dacă aceste semnale sînt înregistrate direct pe pistele celor două capete, se vor obține semnale cu fazele din fig. 11.44 *b*. Se vede că semicadrul înregistrat cu capul *A* începe cu o linie întreagă și sfîrșește cu jumătate de linie, iar semicadrul 2 înregistrat cu capul *B* începe cu jumătate de linie și sfîrșește cu o linie întreagă. Datorită avansului de 1,5 linii, fazele instantanee ale semnalelor de crominanță de pe două linii vecine care corespund capetelor *A* și *B*, sînt diferite, și ca atare apare un efect de diafotie. De aceea pentru suprimarea lui, la sistemul VHS, semnalul aplicat capului *A* la înregistrare va fi semnalul PAL cu faza originală, iar semnalul aplicat capului *B* va suferi un defazaj progresiv de — 90° de la linie la linie (fig. 4.44 *c*).

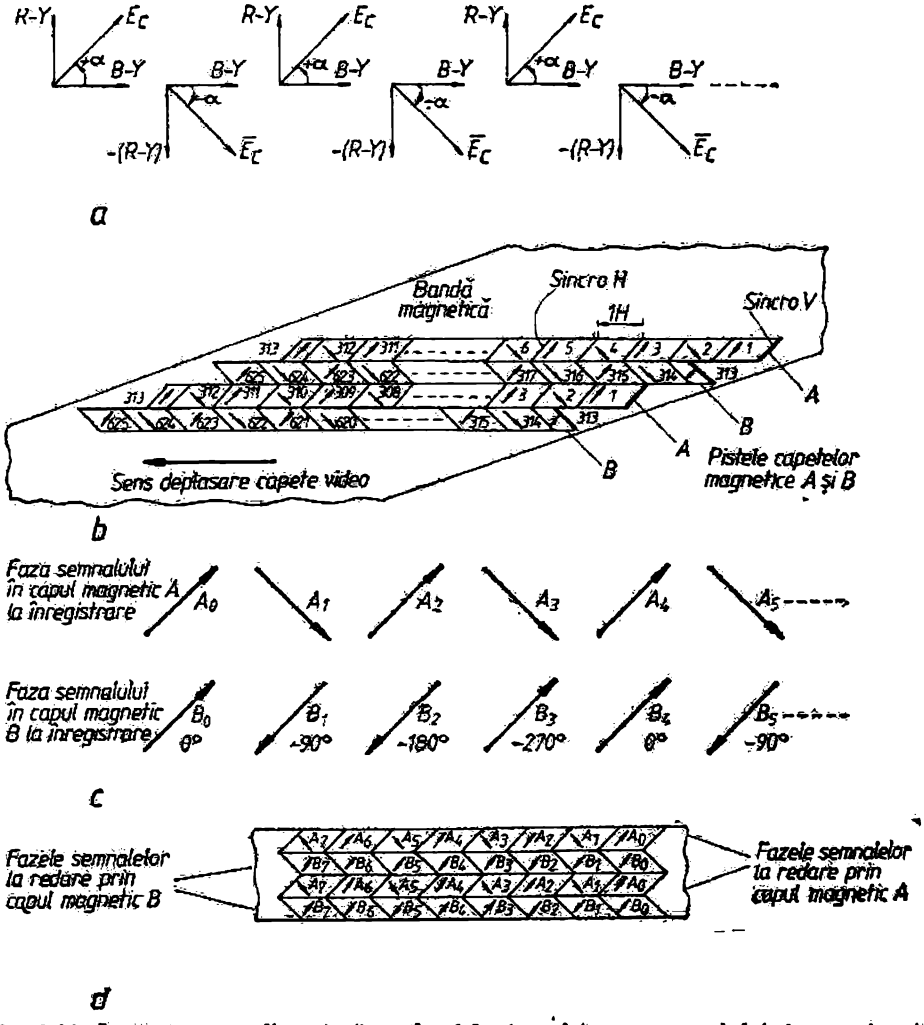

Fig. 4.44. Inversarea suplimentară a fazei la înregistrarea semnalului de crominanță PAL în sistemul VHS:

a — fazele semnalului PAL; *b* — înregistrare cu faze originale; *c* — fazele semnalelor aplicate capetelor magnetice la înregistrare; *d* — înregistrare cu faze modificate.

a

Semnalul la intrarea circuitului produs de capul magnetic A

Semnal util pistă A	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
Semnal parazit pistă B	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6

Semnalul la intrarea circuitului produs de capul magnetic B

Semnal util pistă B	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
Semnal parazit pistă A	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
Rotirea fazei la redare	0°	+90°	+180°	+270°	0°	+90°	+180°

b

Semnalul la ieșirea circuitului produs de capul magnetic A

Semnalul direct util (Semnal direct parazit)	A_2 (B_2)	A_3 (B_3)	A_4 (B_4)	A_5 (B_5)	A_6 (B_6)
Semnal întîrziat util (Semnal întîrziat parazit)	A_0 (B_0)	A_1 (B_1)	A_2 (B_2)	A_3 (B_3)	A_4 (B_4)
Semnal de ieșire	A_2+A_0	A_3+A_1	A_4+A_2	A_5+A_3	A_6+A_4

Semnalul la ieșirea circuitului produs de capul magnetic B

Semnal direct util (Semnal direct parazit)	B_2 (A_2)	B_3 (A_3)	B_4 (A_4)	B_5 (A_5)	B_6 (A_6)
Semnal întîrziat util (Semnal întîrziat parazit)	B_0 (A_0)	B_1 (A_1)	B_2 (A_2)	B_3 (A_3)	B_4 (A_4)
Semnal de ieșire	B_2+B_0	B_3+B_1	B_4+B_2	B_5+B_3	B_6+B_4

c

Fig. 4.45. Prelucrarea semnalelor la redare:
a — schema bloc a circuitului de suprimare a semnalului parazit; b — semnalele la intrarea circuitului; c — semnalele la ieșirea circuitului.

Fazele semnalelor imprimate pe bandă vor fi cele din fig. 11.44 *d*. Acestea vor fi reproduse identic de cele două capete la redare care sînt comutate alternativ pe fiecare semicadru. Reprezentarea a fost făcută pe un tronson de bandă unde A_0, A_1, A_2 ... și B_0, B_1, B_2 ... reprezintă semnalele capetelor A și B pe diferite linii.

Reducerea diafotiei se realizează cu ajutorul circuitului din fig. 4.45 *a* care cuprinde o cale directă de semnal și o cale unde semnalul este întîrziat cu durata a două linii: 2×64 μs.

La redare în capul A se va induce un semnal util produs de pista A cu care este în contact strict și un semnal parazit mai mic produs de pista adiacentă B. Fazele celor două semnale aplicate la intrarea circuitului de compensare sînt cele din fig. 4.45 *b*. Datorită prezenței liniei de întîrziere, semnalul util de ieșire provine din însumarea în fază a două linii A iar semnalul perturbator se va anula ca urmare a însumării în antifază a două linii B (fig. 4.45 *c*).

Semnalul provenit de la capul B va suferi înainte de a fi aplicat circuitului, un defazaj progresiv, invers ca la înregistrare, de $+90°$. Fazele semnalului util produs de pista B și semnalului perturbator al pistei adiacente A, la intrarea circuitului, sînt prezentate în fig. 4.45 *b*. La ieșire va rezulta un semnal util ca urmare a însumării în fază a două linii de tip B iar semnalul parazit se va anula ca urmare a însumării în antifază a două linii A (fig. 4.45 *c*).

După cum se vede, semnalele utile reprezintă suma informațiilor a două linii apropiate din același semicadru. Eroarea produsă nu este importantă întrucît din punct de vedere al crominanței, posibilitățile de rezoluție ale ochiului pe verticală sînt mult mai reduse comparativ cu informația de luminanță. De aceea crominanța a două linii apropiate este presupusă aceiași. Un sistem LONG PLAY aparte care trebuie menționat, este sistemul V2000 realizat de firma Philips. Banda magnetică utilizată are aceiași lățime de 12,7 mm iar înregistrarea se face cu piste oblice numai pe o jumătate a ei, asigurîndu-se patru ore de program. La întoarcerea casetei, se înregistrează cealaltă jumătate, rezultînd alte patru ore de program. Prin introducerea unui sistem de urmărire automată a pistei DTF (dynamic track following) pista de sincronizare a putut fi suprimată. Azimutul întrefierului capetelor magnetice este de $\pm 15°$.

În continuare vor fi prezentate principalele caracteristici constructive ale sistemelor cu cea mai mare arie de răspîndire: BETAMAX și VHS.

4.3.4. Sistemul BETAMAX

Este cunoscut și sub forma inițialelor β-MAX sau sub denumirea de BETA-FORMAT. Principalele caracteristici mecanice și electrice au fost prezentate în tabelul 4.1. Banda magnetică este montată într-o casetă cu două role așezate în același plan. La acționarea comenzilor de înregistrare sau redare, banda magnetică este extrasă din casetă cu ajutorul unui disc turnant, și înfășurată pe tamburul de analiză elicoidală sub forma unei bucle în U (fig. 4.46).

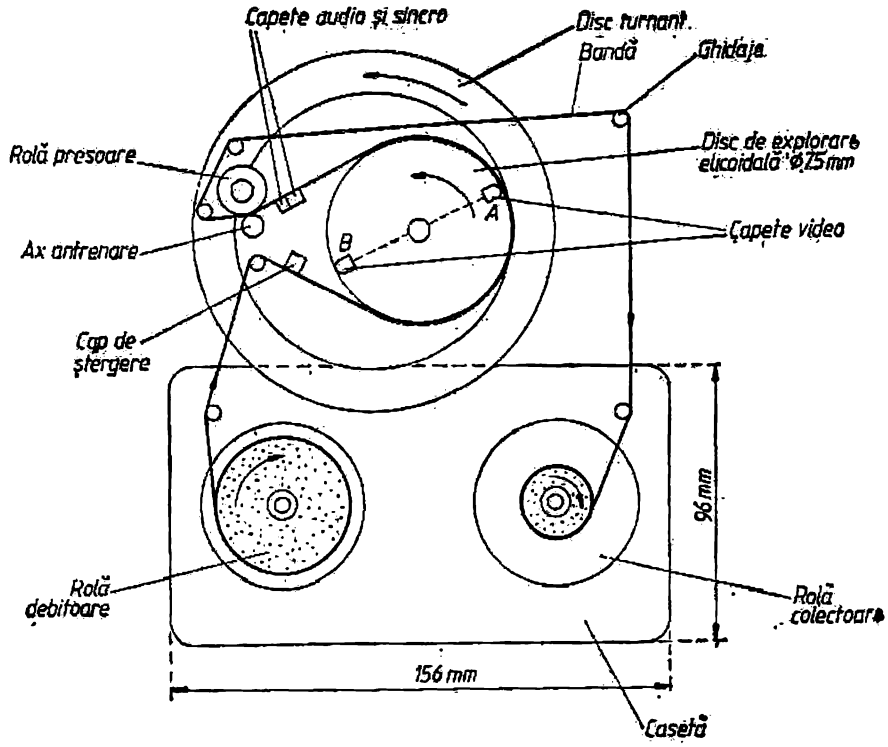

Fig. 4.46. Traseul benzii magnetice la sistemul BETAMAX.

Discul turnant conține o serie de ghidaje ale benzii și rola presoare. Pentru micșorarea timpului de acces al benzii la tamburul de analiză în momentul înregistrării sau redării, ea rămîne înfășurată pe acesta și în timpul comenzilor de derulare rapidă înainte sau înapoi.

Înregistrarea semnalelor video se efectuează pe piste oblice cu lungimea de 116,65 mm și lățimea de 32 μm. Pistele fiind una lîngă alta fără spațiu de gardă, pentru reducerea diafoniei, capetele sînt decalate unghiular la 179°25'45" iar azimutul întrefierului este de 90° ± 7°.

Sistemul de analiză elicoidală al benzii este constituit din doi tamburi imobili cu diametrul de 74,5 mm între care se găsește un disc rotativ cu capetele magnetice. Traseul benzii fiind aproximativ în același plan, înclinarea axului de rotație este de 5°00'58". (fig. 4.47)

4.3.5. Sistemul VHS

Este actualmente sistemul adoptat de marea majoritate a constructorilor mondiali datorită simplității și robusteții mecanice, a fiabilității casetelor și stabilității imaginii. Principalele caracteristici mecanice și electrice au fost prezentate în tabelul 4.1. Caseta cu banda magnetică conține două role așezate în același plan, poziția benzii în repaos fiind reprezentată în fig. 448 *a*. Această poziție se menține și la comenzile de derulare rapidă — înainte, înapoi — fiind degajat sistemul de analiză elicoidală. Timpii morți care apar

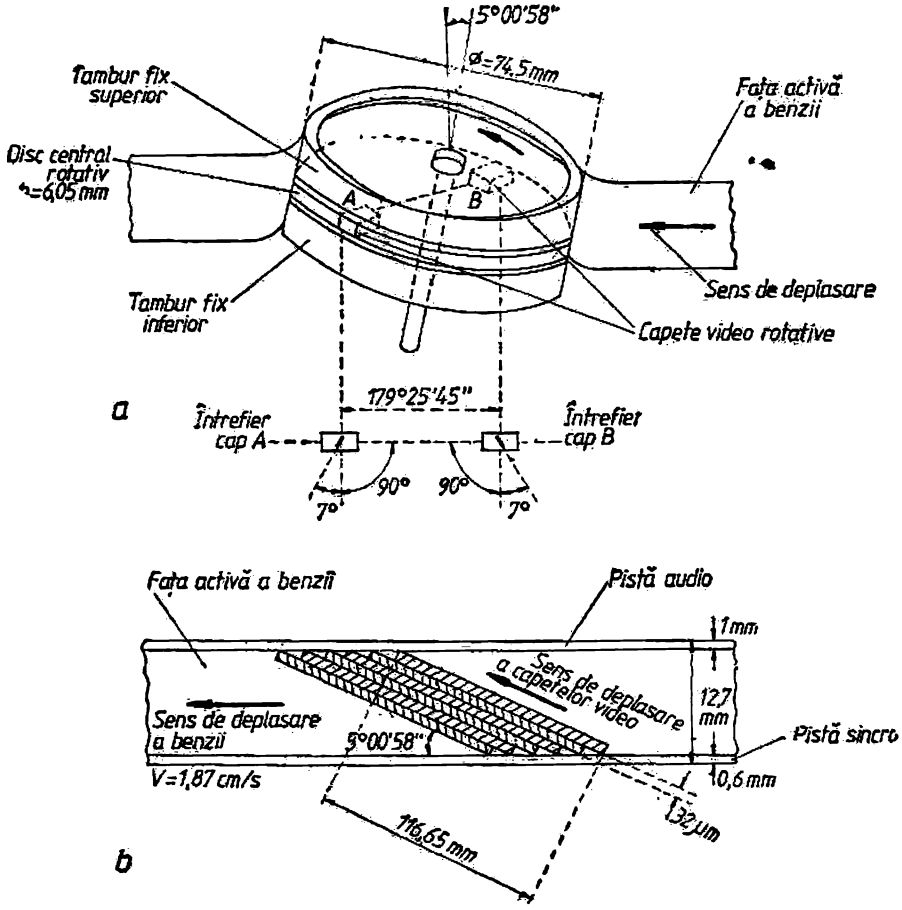

Fig. 4.47. Caracteristicile sistemului BETAMAX:
a — explorarea elicoidală; b — banda magnetică înregistrată.

la acționarea comenzilor de înregistrare sau redare sînt compensați de avantajul reducerii tensiunilor în bandă pe durata derulărilor rapide precum și de o uzură mecanică mai mică.

La acționarea comenzilor de înregistrare sau redare, prin intermediul unor pîrghii și ghidaje, banda magnetică este extrasă din casetă și înfășurată pe dispozitivul de analiză elicoidală sub forma unei bucle în *M* (fig. 4.48 *b*).

În fig. 11.49 se prezintă principalele caracteristici ale înregistrării în sistemul VHS.

Pistele oblice au lungimea de 96,9 mm și lățimea de 49 µm. Înclinarea lor este sub unghi de 5°57'30"3"' față de marginea benzii.

Reducerea diafotei se efectuează printr-un azimut al întrefierului capetelor de 90° ± 6° și printr-un decalaj unghiular între ele de 179°25'45". Analiza elicoidală a benzii se realizează cu ajutorul unui sistem care cuprinde un tambur superior rotativ ce conține capetele magnetice și un tambur inferior fix. Diametrul lor este de 62 mm iar înclinarea axului de rotație de 5°57'30"3"'.

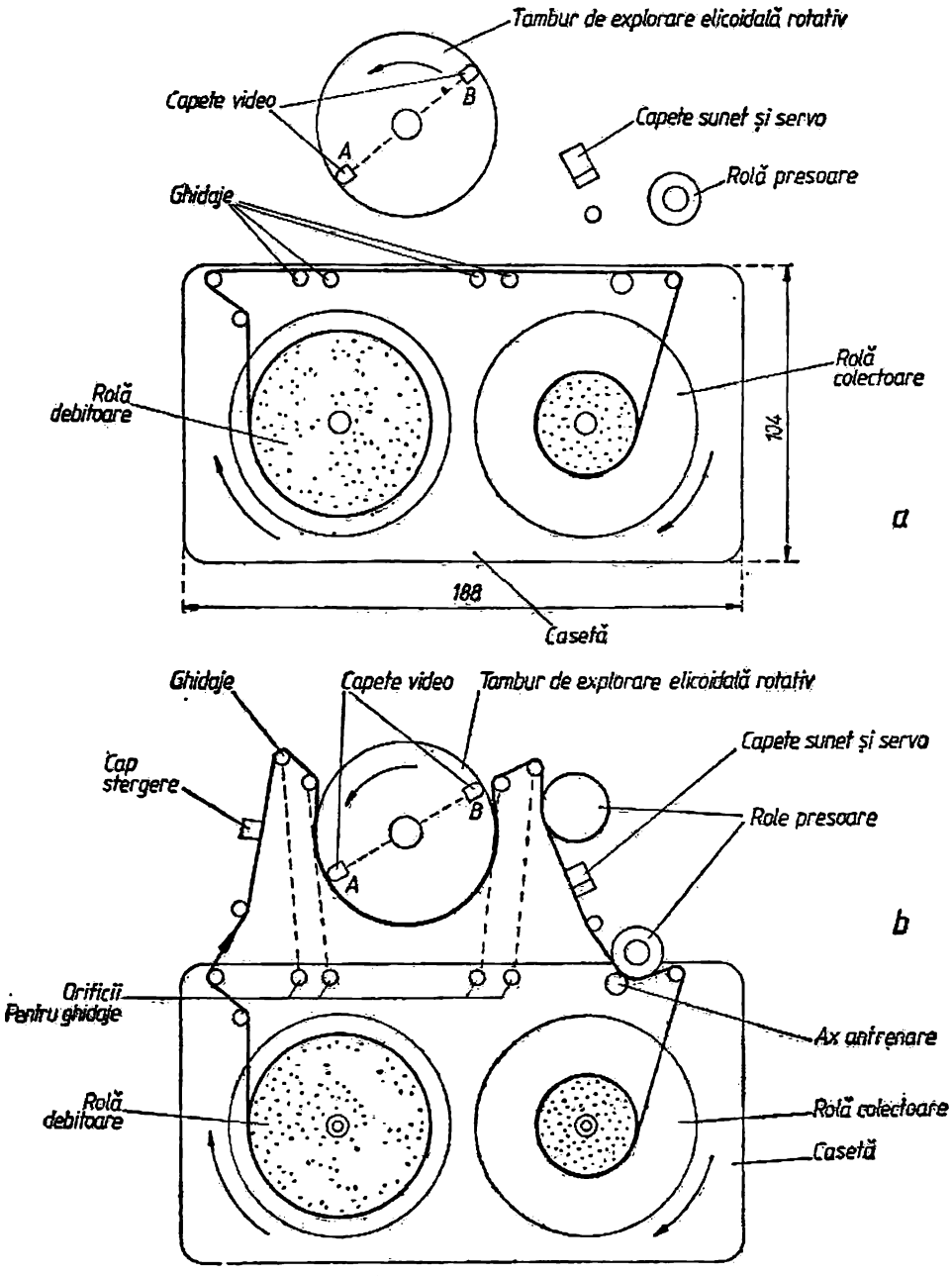

Fig. 4.48. Traseul benzii magnetice la sistemul VHS:
a — poziția de repaus; b — în poziția de înregistrare sau redare.

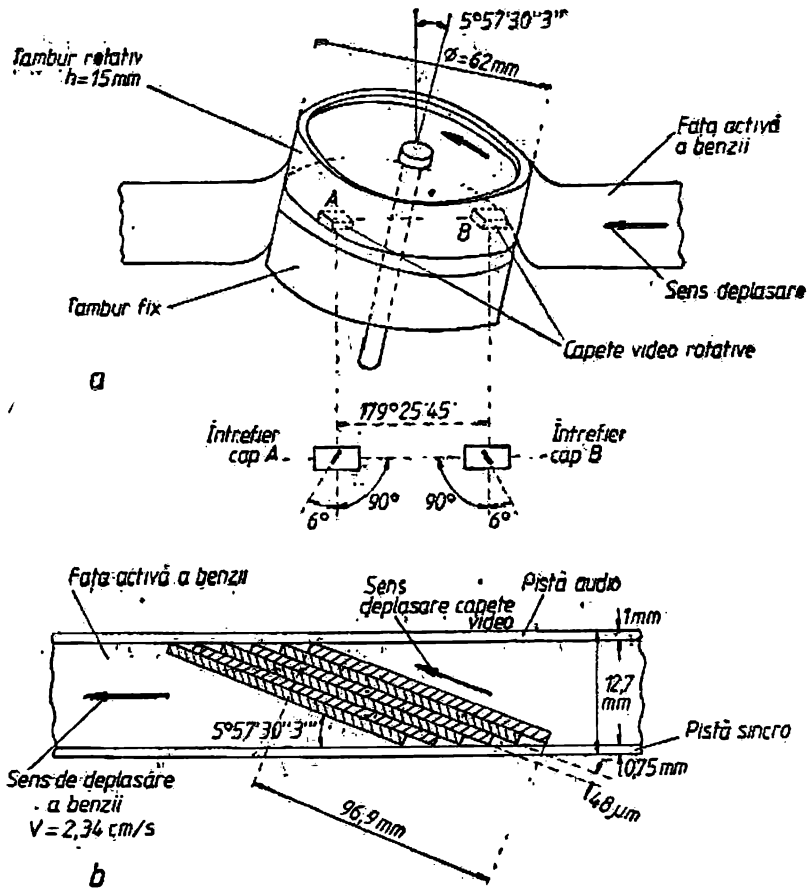

Fig. 4.49. Caracteristicile sistemului VHS:
a — explorarea elicoidală; b — banda magnetică înregistrată.

4.3.6. Schemele bloc ale unui videocasetofon

Funcționarea unui videocasetofon va putea fi urmărită în continuare pe baza schemelor bloc. Acestea sînt în general comune tuturor sistemelor aflate actualmente în exploatare. Referirile cu date concrete se vor face la sistemul VHS pe norma PAL care are aria de răspîndire cea mai mare. În paragraful 4.3.2 s-au prezentat considerentele care impun prelucrarea separată a semnalelor de luminanță și crominanță la înregistrare.

- **Înregistrarea semnalelor de luminanță.**

Semnalul video complex color (SVCC) cu structura conform normei de TV utilizate, este aplicat la intrarea unui etaj separator-adaptor de impedanțe (Fig. 4.50) Nivelul lui este de 1 V/75 Ω. Controlul se realizează cu ajutorul unui monitor montat la ieșirea etajului. În continuare urmează un amplificator A_1 unde are loc extragerea semnalului complex color (SCC) astfel că la ieșirea lui se obține numai semnalul de luminanță (Y). Semnalul complex color extras va fi aplicat unui bloc separat de înregistrare.

Semnalul de luminanță va fi trecut printr-un filtru trece jos care limitează frecvența video maximă la cca 3 MHz așa cum s-a prezentat în fig. 4.40 *b*. Amplificatorul A_1 are amplificarea reglabilă în funcție de nivelul semnalului printr-un sistem de RAA cu o eficacitate de cca 20 dB.

Filtrul trece jos este urmat de amplificatorul A_2 de la ieșirea căruia, printr-un separator după amplitudine, se realizează extragerea impulsurilor de sincronizare *H* și *V*. Impulsurile de sincronizare linii sînt necesare circuitelor de RAA, axare, poartă burst etc. iar cele de cadre pentru servomecanisme, comutarea capetelor etc.

Detectorul de RAA poate redresa direct semnalul video *Y* și aplica o tensiune de reglaj proporțională amplificatorului A_1 sau poate fi realizat pe baza unui circuit poartă ca în televizoare. În ultimul caz (prezentat în fig. 4.50) detectorul compară amplitudinea semnalului *Y* aplicat printr-un etaj tampon, cu amplitudinea constantă a impulsurilor de sincronizare *H* rezultînd tensiunea de RAA. Deoarece nivelul de referință al semnalului video este nivelul de negru, se prevăd corectoare de timp de întîrziere ~ a impulsurilor sincro *H* astfel încît detectorul de RAA și axarea să funcționeze pe umărul posterior al impulsurilor de stingere *H*. Amplificatorul A_2 este urmat de un circuit de axare comandat de impulsurile de sincronizare linii, care are rolul de a asigura transmiterea componentei continue prin fixarea nivelului negru. Acest lucru este absolut indispensabil deoarece semnalul *Y* va modula în frecvență un oscilator comandat în tensiune. Utilizarea modulației în frecvență permite îmbunătățirea raportului semnal/zgomot dacă se efectuează o preaccentuare a frecvențelor înalte din spectrul video. În consecință, etajul de axare este urmat de un circuit de preaccentuare cu componente RC care realizează o formă a semnalului asemănătoare cu cea rezultată după preaccentuare de VF de la norma SECAM. În fig. 4.51 este prezentată caracteristica de preaccentuare unde se constată că frecvențele joase pînă la 300 kHz sînt atenuate cu

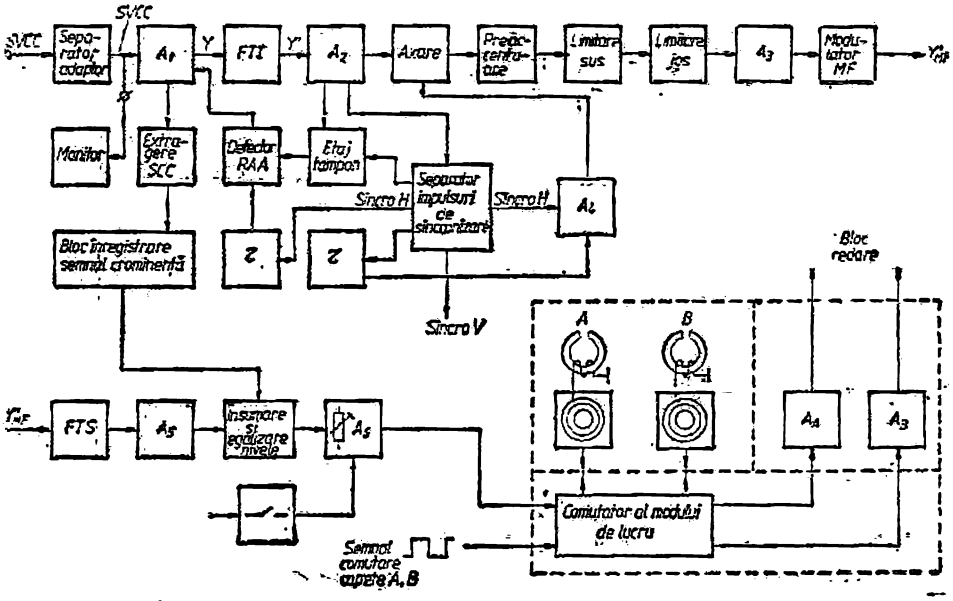

Fig. 4.50. Schema bloc la înregistrarea semnalului de luminanță.

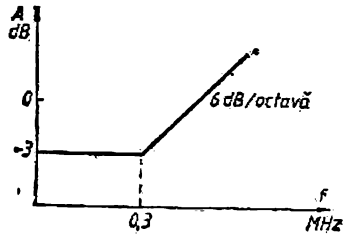

Fig. 4.51. Caracteristica de preaccentuare a semnalului de luminanță.

— 3 dB iar peste această frecvență urmează o creștere liniară a lor cu 6 dB/octavă (la dublarea frecvenței, nivelul se dublează). Forma semnalului după preaccentuare se poate urmări pe fig. 4.52.

Pentru ca excursia de frecvență a oscilatorului modulat MF să se facă între limite bine determinate, semnalul de luminanță preaccentuat va parcurge două circuite de limitare sus și jos. În continuae prin intermediul amplificatorului A_3, semnalul este aplicat unui modulator MF care constă într-un oscilator de relaxare comandat în tensiune (adică frecvența lui se modifică în funcție de variația tensiunii aplicate din exterior). Caracteristica de modulație pentru sistemul VHS este prezentată în fig. 4.52.

La VHS, frecvența corespunzătoare nivelului de alb este de 4,8 MHz, iar frecvența vîrfului impulsurilor de sincronizare este de 3,8 MHz. Rezultă o variație totală de frecvență $\Delta f_{tv} = 1$ MHz centrată pe $f_0 = \frac{3{,}8 + 4{,}8}{2} =$ $= 4{,}3$ MHz. Dacă se iau în considerare și nivelele de limitare din fig. 4.52, atunci excursia maximă de frecvență va fi $\Delta f_{max} = 2{,}2$ MHz. Întrucît frecvența video maximă a fost limitată la valoarea $f_M = 3$ MHz, rezultă un indice de modulație:

$$\beta = \frac{\Delta f_{max}}{2} \cdot \frac{1}{f_M} = 0{,}366$$

Acesta fiind mai mic ca 0,4, conform teoriei modulației de frecvență, va impune un spectru al semnalului modulat MF asemănător cu o modulație MA: $f_0 \pm 3$ MHz.

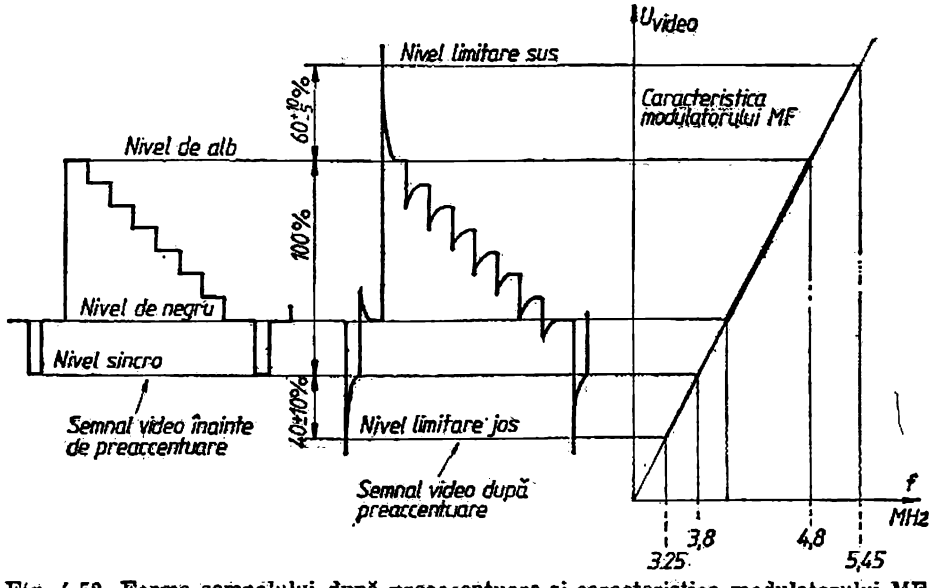

Fig. 4.52. Forma semnalului după preaccentuare și caracteristica modulatorului MF.

În paragraful 4.3.2 s-a arătat că semnalele de crominanță sînt translatate în domeniul frecvențelor joase. De aceea, pentru a evita pătrunderea unor componente ale benzii laterale inferioare a semnalului de luminanță MF peste semnalul de crominanță, modulatorul este urmat de un filtru trece sus a cărui caracteristică, prezentată în fig. 4.53, are frecvența de tăiere de 1 MHz.

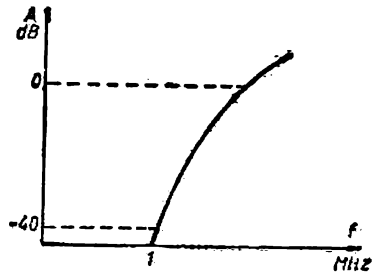

Fig. 4.53. Caracteristica filtru- lui trece sus a semnalului de luminanță MF.

Semnalul de luminanță MF ajunge în continuare, prin amplificatorul A_3 la un etaj unde are loc o mixare liniară cu semnalul de crominanță prelucrat de un bloc separat și totdeodată o stabilire exactă a raportului relativ dintre ele.

Semnalul complex astfel format, va fi aplicat celor două capete magnetice prin intermediul unor generatoare de curent de bandă largă (peste 5 MHz). Deoarece capetele sînt așezate diametral opuse pe un tambur de explorare elicoidală, transmiterea semnalului la acesta se face prin inele de contact. Capetele fiind universale, funcționează și la redare livrînd semnale cu nivele mici de ordinul zecilor de μV. De aceea se impune prezența în imediata lor vecinătate a preamplificatorului de nivel mic (A_A și A_B) pentru redare. Deasemenea, comutarea capetelor de pe înregistrare pe redare (și invers) precum și comutarea lor la fiecare semicadru, din aceleași motive de raport semnal/zgomot, se realizează tot în acest loc.

● **Înregistrarea semnalului de crominanță.**

Semnalele de crominanță sînt foarte sensibile la variații de amplitudine și fază. De aceea înregistrarea lor ridică probleme mai mari decît cele corespunzătoare semnalului de luminanță. Din teoria sistemului PAL se cunoaște că variațiile de fază mai mari de $\pm$ 18° se traduc printr-o reducere a saturației cu mai mult de 5%, lucru pe care ochiul îl sesizează. Datorită principiului de imprimare și citire a semnalelor de pe banda magnetică, erorile de fază și amplitudine sînt mai mari decît cele tolerabile și de aceea se impun măsuri speciale pentru reducerea lor.

Din motivele expuse în paragraful 11.3.2, rezultă că spectrul semnalului de crominanță cu frecvența centrală de 4,43 MHz va fi transpus într-un domeniu de frecvențe joase cuprins între 0,2 — 1 Mz, prin schema bloc din fig. 4.54.

Semnalul video complex color cu un nivel de 1 V_{vv} de la intrarea videomagnetoscopului va fi aplicat unui filtru trece bandă care separă semnalul de crominanță de cel de luminanță. El are frecvența centrală de 4,43 MHz și banda de trecere de 1 MHz. Urmează un amplificator A_1 al cărui nivel de ieșire este menținut constant printr-un sistem de RAA. Tensiunea de comandă a amplificării este furnizată de un detector de RAA ca urmare a comparării amplitudinii burstului extras din SCC, cu amplitudinea constantă a unui semnal de frecvență 0,627 MHz. Acesta este furnizat de un oscilator comandat în tensiune — OCT 1 — prin intermediul unui circuit poartă care este deschis de impulsurile de sincronizare linii astfel întîrziate încît să coincidă ca durată cu burstul aflat pe umărul posterior al impulsului de stingere H. Semnalul complex color va fi aplicat, în continuare, prin amplificatorul A_2 la una din întăririle schimbătorului de frecvență SF 1. Pe cealaltă intrare primește un

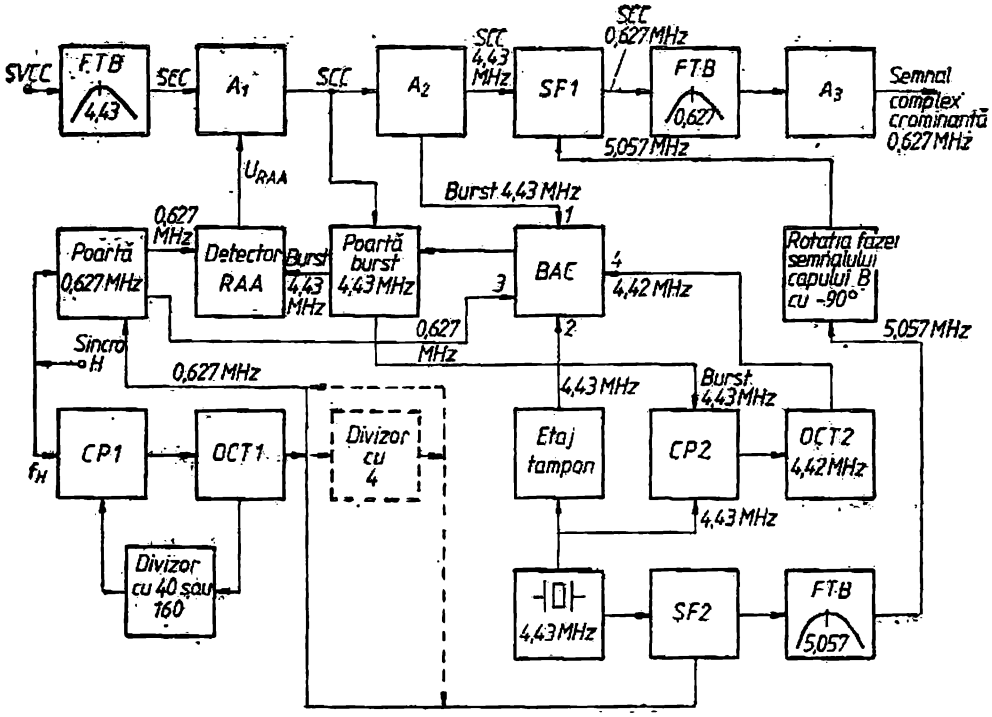

Fig. 4.54. Schema bloc la înregistrarea semnalelor de crominanță.

semnal cu o frecvență fixă de 5,057 MHz astfel că la ieșire vor apare combinațiile: 4,43 ± 5,057 = 9,487 MHz și 5,057 — 4,43 = 0,627 MHz. Componenta cu frecvența de 0,627 MHz va fi selectată cu ajutorul unui filtru cu banda de trecere de 1 MHz. Prin această schimbare de frecvență s-a realizat astfel transpunerea spectrului de crominanță „central" pe 4,43 MHz într-un domeniu de frecvențe joase „central" pe 0,627 MHz și în afara benzii ocupată de semnalul de luminanță modulat MF. Amplificatorul A_3 care urmează, asigură la ieșirea căii de crominanță un nivel cu 10 dB mai mic ca semnalul de luminanță MF (pentru a reduce diafotia). Alegerea frecvenței de 5,057 MHz se justifică prin faptul că atît aceasta cît și componenta de 9,487 MHz să cadă în afara caracteristicii de frecvență cap-bandă.

Semnalul cu frecvența de 5,087 MHz se obține de la schimbătorul de frecvență *SF* 2 care primește pe o intrare un semnal de 0,627 MHz de la OCT 1 și pe cealaltă intrare semnal de la un oscilator pilotat cu un cristal de cuarț de 4,43 MHz. La ieșire rezultă semnale cu frecvențele: 4,43 + 0,627 = = 5,057 MHz și 4,43 — 0,627 = 3,80 MHz. Dată fiind apropierea dintre ele, prin intermediul unui filtru cu factor de calitate foarte bun se va extrage doar componenta de 5,057 MHz pentru a fi aplicată la *SF* 1.

După cum s-a prezentat la paragraful 4.3.3, pentru reducerea diafotiei în sistemul VHS, semnalul de 0,627 MHz din semicadrul capului *B* va trebui să sufere un defazaj progresiv de — 90° la fiecare linie. Acest lucru se realizează acționînd corespunzător asupra fazei semnalului de 5,057 MHz. Menționăm că pe durata semicadrului aferent capului *A*, faza nu se va modifica.

Noua subpurtătoare de crominanță cu frecvența de 0,627 MHz se obține din frecvența impulsurilor de sincronizare linii printr-o sinteză de frecvență realizată cu ajutorul unei bucle PLL — buclă cu calare de fază —. Aceasta presupune un oscilator comandat în tensiune — OCT 1 — care lucrează pe frecvența menționată, un divizor 40 : 1 și un comparator de fază CP 1. Valoarea de 0,627 MHz reprezentînd aproximativ armonica a 40-a a frecvenței de linii, comparatorul va primi la cele două intrări semnale cu frecvențe apropiate și va furniza la OCT 1 o tensiune de eroare, care va realiza sincronizarea de fază și frecvență. În felul acesta se obține un semnal de 0,627 MHz stabilizat de frecvența liniilor. Eficacitatea buclei PLL crește dacă OCT 1 lucrează pe frecvențe mai mari. De aceea la aparate mai noi, oscilatorul funcționează pe o frecvență de 160 f_H urmînd ca la ieșirea lui să se intercaleze un divizor 4 : 1 care stabilește valoarea de 0,627 MHz.

După cum s-a arătat, faza semnalului de crominanță (burst) înregistrat este deosebit de importantă și de aceea ea trebuie controlată în permanență. Controlul se realizează cu un amplificator montat la intrarea primului schimbător de frecvență (*SF* 1) și cu un circuit de blocare automată a culorii: BAC sau KILLER. Aceasta din urmă realizează în permanență coincidența de fază a burstului (*1*) cu faza oscilatorului de 4,43 MHz cu cristal de cuarț (*2*). Pentru aceasta circuitul BAC va primi un semnal (*3*) ce depinde de frecvența liniilor (în PAL are loc o alternare a fazei burstului de la linie la linie) și un semnal (*4*) cu frecvența de 4,42 MHz a cărui fază depinde de faza originală a burstului.

Semnalul de 4,42 MHz este furnizat de oscilatorul *OCT 2* care este comandat în tensiune de comparatorul de fază *CP* 2. Acesta produce o tensiune de eroare care este proporțională cu defazajul relativ al semnalelor aplicate pe cele două intrări ale sale: semnalul de burst și semnalul de la oscilatorul de referință cu cristal de cuarț de 4,43 MHz.

Prin compararea de către circuitul BAC a semnalului de 4,42 MHz cu semnalul de 4,43 MHz al oscilatorului cu cuarț (aplicat printr-un etaj tampon) rezultă alinierea fazei burstului la faza oscilatorului cu cuarț.

În situațiile în care semnalul de burst nu există (semnal alb-negru sau pe alte norme) sau este slab și însoțit de zgomot, circuitul BAC produce o tensiune care prin sistemul de RAA blochează calea de crominanță.

● **Redarea semnalului de luminanță.**

Ca urmare a explorării elicoidale a benzii de către cele două capete rotative, în înfășurările acestora se induc alternativ semnale care cuprind informația de luminanță, de crominanță și zgomot de fond. Nivelul fiind redus (zeci de μV), semnalele culese prin inele de contact rotative sînt aplicate la fiecare semicadru unor preamplificatoare montate în interiorul tamburului împreună cu comutatorul capetelor. Amplificarea este liniară pînă la cca 5—6 MHz iar cîștigul este de 20 dB. (fig. 4.55).

Semnalul de luminanță modulat MF, este separat cu ajutorul unui filtru trece sus cu o frecvență de tăiere de cca 1 MHz și caracteristica asemănătoare cu cea din fig. 4.53. În continuare el se aplică unui amplificator A_1 care reface nivelul și apoi unui alt amplificator A_2, comandat de un circuit de RAA cu o eficacitate de cca 20 dB.

De la ieșirea amplificatorului A_2, semnalul va parcurge un circuit care prin întîrzierea variabilă cu frecvența corectează distorsiunile de fază ale semnalului. Mai departe, semnalul se aplică amplificatorului A_3 care

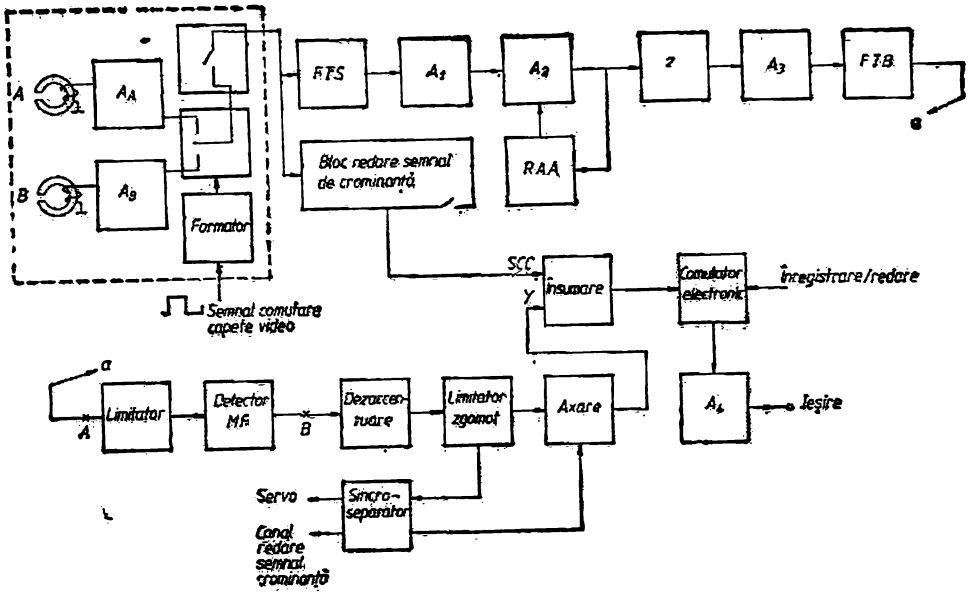

Fig. 4.55. Schema bloc la redarea semnalului de luminanță.

compensează atenuarea circuitului τ, și apoi unui filtru de bandă care limitează spectrul în domeniul de la 1 MHz la cca 5 MHz. Limitatorul de la ieșirea filtrului are rolul de a suprima modulația parazită de amplitudine a semnalului care se aplică demodulatorului MF. Acesta poate fi cu coincidență sau multiplicator analogic realizat cu circuite integrate. La ieșirea lui se obține semnalul de luminanță cu o frecvență limită superioară de cca 3 MHz. În continuare urmează o operație inversă celei de la înregistrare: dezaccentuarea. Ea constă în ridicarea frecvențelor joase de la 0 la 0,3 MHz și atenuarea celor superioare cu 6 db/octavă. Semnalul obținut va fi astfel „curățat" de supracreșterile specifice accentuării fronturilor și se va aplica unui limitator de zgomot. De la acesta ajunge pe de o parte la un separator de impulsuri și pe de altă parte la un circuit de axare pentru refacerea componentei continue. Separatorul de impulsuri separă după amplitudine impulsurile de sincronizare pentru: servomecanisme, calea de redare a semnalului de crominanță și pentru axarea semnalului de luminanță. Mai departe urmează însumarea semnalului de luminanță cu semnalul de crominanță și apoi printr-un comutator electronic semnalul complex se aplică unui etaj separator-adaptor de impedanță de ieșire. Comutatorul electronic are rolul de a bloca calea de redare cînd videomagnetoscopul funcționează pe înregistrare.

Pe durata redării, din anumite cauze cum ar fi un contact imperfect între cap și bandă, se poate întîmpla ca nivelul semnalului aplicat limitatorului de amplitudine să scadă sub pragul de limitare așa cum se prezintă în fig. 4.56.

Dacă scăderea este mare și durează una sau mai multe linii, pe ecran vor apare în locul liniilor fără semnal video, dungi orizontale cu o strălucire haotică. Fenomenul se întîlnește în literatura de specialitate sub denumirea de DROP OUT. Deoarece este foarte deranjant, în videomagnetoscoape se

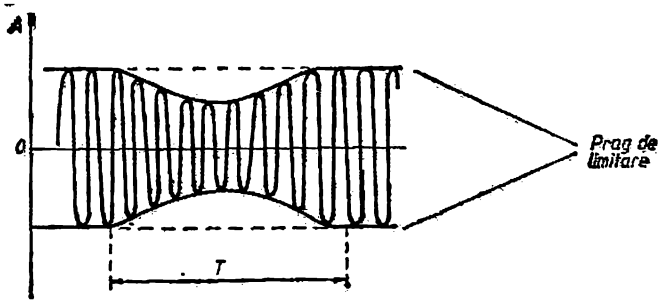

Fig. 4.56. Perioada de acționare a corectorului de fluctuație a nivelului (drop out).

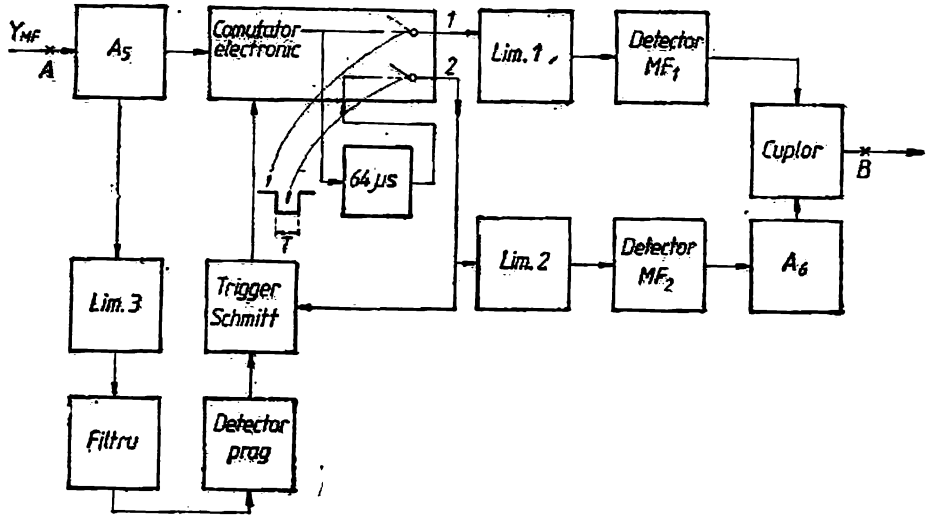

Fig. 4.57. Principiul de funcționare al corectorului fluctuațiilor de nivel (drop out).

prevăd dispozitive de corecție automată. Principiul de funcționare al unui astfel de corector se poate urmări pe schema bloc din fig. 4.57.

Corectorul se intercalează între punctele A, B din fig. 4.55. Semnalul de luminanță MF, prin amplificatorul A_5, se aplică unui comutator electronic comandat automat. Acesta poate dirija semnalul pe două căi: calea 1 de funcționare normală și calea 2 cînd intervine fenomenul drop-out. Calea 2 este prevăzută cu o linie de întîrziere de 64 μs astfel că semnalul care ajunge la ieșire este cel înregistrat pe o linie anterioară.

De la ieșirea amplificatorului A_5, se aplică semnal și la limitatorul *3* care realizează o limitare puternică la un prag coborît. Tensiunea de la ieșirea lui, printr-un filtru de zgomot, ajunge la un detector de nivel care va comanda un trigger Schmitt. Dacă semnalul este corect, atunci triggerul va comanda comutatorul în poziția care asigură transmiterea semnalului pe calea *1*. În cazul cînd semnalul scade sub pragul limitatorului *3*, componenta

continuă livrată de detector triggerului, va scădea și va produce basculare acestuia. Ca urmare, comutatorul blochează calea *1* și va deschide calea *2*, permițînd astfel înlocuirea liniei fără semnal sau cu un semnal foarte slab, printr-o linie anterioară presupusă a fi corectă. Eroarea care se produce nu este importantă deoarece informațiile pe două linii succesive sînt aproape.

Triggerul Schmitt care este comandat și de semnalul întîrziat va rămîne în această stare pe toată durata *T* de cădere a semnalului de la ieșirea limitatorului *3* după care va bascula permițînd transmisia normală a semnalului. Deoarece fluctuațiile de nivel sînt aleatorii, prin mecanismul descris mai sus, comutarea va fi realizată automat permițînd înlocuirea golurilor din semnalul video direct prin semnale întîrziate.

● **Redarea semnalului de crominanță.**

Din semnalul complex furnizat de preamplificatoarele capetelor magnetice la redare, prin intermediul unui filtru trece jos se extrage semnalul de crominanță cu subpurtătoarea de 0,627 MHz și banda de cca 0,8—1 MHz. (fig. 4.58). Acesta, după trecerea prin amplificatorul A_1 se aplică schimbătorului de frecvență SF_1 care mai primește un semnal de 5,057 MHz. La ieșire se găsește un filtru de bandă care selectează componenta a cărei frecvență este egală cu diferența frecvențelor aplicate adică, 4,43 MHz.

Semnalul cu frecvența de 5,057 MHz se obține cu schimbătorul de frecvență *SF 2* din combinația frecvenței unui oscilator cu cuarț de 4,43 MHz și un semnal de 0,627 MHz. Filtrul de bandă la ieșirea schimbătorului, este acordat pe frecvența sumă (5,057 MHz).

Semnalul cu frecvența de 0,627 MHz se obține printr-o sinteză de frecvență din impulsurile de sincronizare *H* aplicate cu amplificatorul A_4. Pentru aceasta este prevăzută bucla PLL (a cărui funcționare a fost descrisă anterior la procesul de înregistrare) constituită din oscilatorul comandat în tensiune OCT 1, comparatorul de fază *CP 1* și divizorul de frecvență 40 : 1. Impulsurile de sincronizare *H* sînt obținute prin procesul de redare al semnalului de luminanță. Aceastea datorită sistemului de înregistrare-redare pot prezenta deviații. Prezența buclei PLL realizează un control automat de fază și frecvență astfel că frecvența de 0,627 MHz și prin acesta și frecvențele de 5,057 MHz respectiv 4,43 MHz, vor urmări deviațiile de linii ale semnalului redat. (semnalele sînt fazate pe linii).

Totdeodată, în sistemul VHS, în timpul semicadrului capului $\overline{B}$, se va realiza o rotație progresivă a fazei pe linii cu +90° pentru semnalul de 0,627 MHz (invers ca la înregistrare). Acest defazaj va fi transmis în continuare semnalelor de 5,057 MHz și 4,43 MHz.

Semnalul de crominanță de 4,43 MHz de la ieșirea filtrului de bandă se va aplica circuitului de suprimare a semnalelor parazite introduse de pistele adiacente. El este compus dintr-o cale directă *CD* și o cale întîrziată 2 *H* funcționînd așa cum s-a arătat la paragraful 4.3.3.

În continuare urmează amplificatorul A_2 care este comandat de o tensiune RAA. Aceasta se obține de la un detector de RAA care compară amplitudinea burstului extras de un etaj separat cu impulsurile de linii de la ieșirea

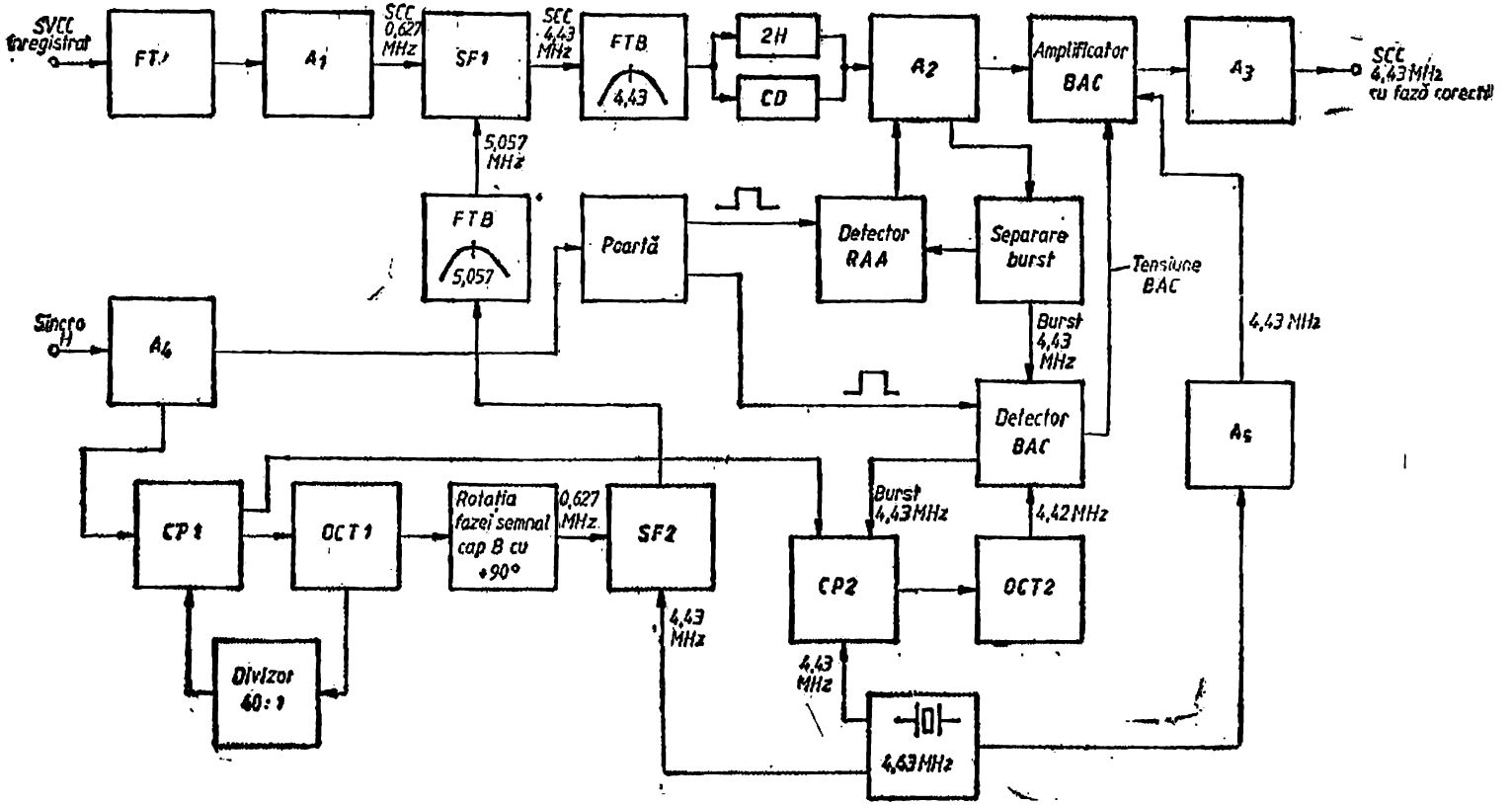

Fig. 4.58. Schema bloc la redarea semnalelor de crominanță.

unei porți. Tensiunea de reglaj va realiza menținerea constantă a burstului și totdeodată un nivel de ieșire al căii de crominanță cu 10 dB mai mic față de nivelul căii de luminanță.

Semnalul de 4,43 MHz ajunge la ieșire printr-un amplificator de blocare automată a culorii (BAC) și un amplificator A_3. Semnalul de burst extras se aplică unui detector BAC care în cazul cînd nivelul este slab sau semnalul înregistrat este pe alte norme, comandă amplificatorul BAC și calea de crominanță este blocată.

Semnalul de crominanță la intrarea amplificatorului A_2 prezintă, datorită procesului de redare, abateri de amplitudine și fază care nu se pot tolera. Fluctuațiile de amplitudine sînt diminuate de circuitul de RAA iar cele de fază printr-o buclă de reglaj. Astfel burstul de 4,43 MHz extras din semnalul afectat, se aplică detectorului BAC și apoi unui comparator de fază *CP 2*. Acesta mai primește semnal de la un oscilator de cuarț de 4,43 MHz. Va rezulta o tensiune proporțională cu defazajul celor două semnale care comandă faza unui oscilator OCT 2 ce lucrează pe 4,42 MHz. Ca rezultat al comparării în detectorul de burst al semnalului de 4,42 MHz și burstului original, amplificatorul de burst va fi comandat astfel încît burstul la ieșire va fi semnalul dat de oscilatorul cu cuarț dar fazat corespunzător. Deoarece compararea trebuie făcută pe durata de existență a burstului, detectorul BAC va fi deschis de aceleași impulsuri poartă ca și circuitul de RAA.

● Conexiunile externe ale unui videocasetofon.

Un videocasetofon este prevăzut cu mufe de intrare și ieșire pentru semnale video și sunet. Prin intermediul lor se poate cupla un alt videomagnetoscop în vederea efectuării înregistrărilor prin copiere. Nivelele și impedanțele sînt standardizate. Astfel, intrarea de semnal video necesită un nivel de 0,5—2 V_{vv} pe o impedanță de 75 Ω iar nivelul de ieșire este de 1 V_{vv}/75 Ω. Din punct de vedere al semnalului AF, nivele sînt cuprinse între 0,1—2 V_{ef} iar impedanțele de ordinul kiloohmilor sau zecilor de kΩ.

O problemă deosebită o ridică înregistrarea emisiunilor TV. Semnalul de la ieșirea detectorului de VF al receptorului TV nu se poate aplica direct la borna de intrare video a magnetoscopului. Aceasta datorită faptului că un mare număr de receptoare TV nu au izolare galvanică față de rețea și există astfel pericol de deteriorare sau electrocutare.

Înregistrarea emisiunilor TV se realizează cu un bloc special care transformă semnalul RF de la borna de antenă în semnale de videofrecvență și AF așa cum se prezintă în fig. 4.59.

Acest bloc este asemănător cu calea de semnal a unui receptor TV și cuprinde: selector de canale, amplificatoare de FI—VS și FI-sunet, detectoare de semnal VF și AF, preamplificatoare pentru comanda intrărilor videocasetofonului.

Receptoarele TV au în general o singură bornă de intrare a semnalului care este borna de antenă. Din această cauză, precum și din motive de izolare galvanică a rețelei, semnalele de VF și AF de la ieșirile videomagnetoscopului nu se pot aplica direct televizorului. Pentru aceasta, aparatul este dotat cu un modulator MA unde are loc modularea unui semnal RF (de obicei din benzile de UIF) cu semnalul de VF. Semnalul de AF va modula MF un oscilator de 5,5 MHz sau 6,5 MHz, care constituie a doua frecvență intermediară sunet. Ea va fi aplicată modulatorului MA care astfel la ieșirea de RF a videocasetofonului, furnizează semnalul necesar receptorului TV.

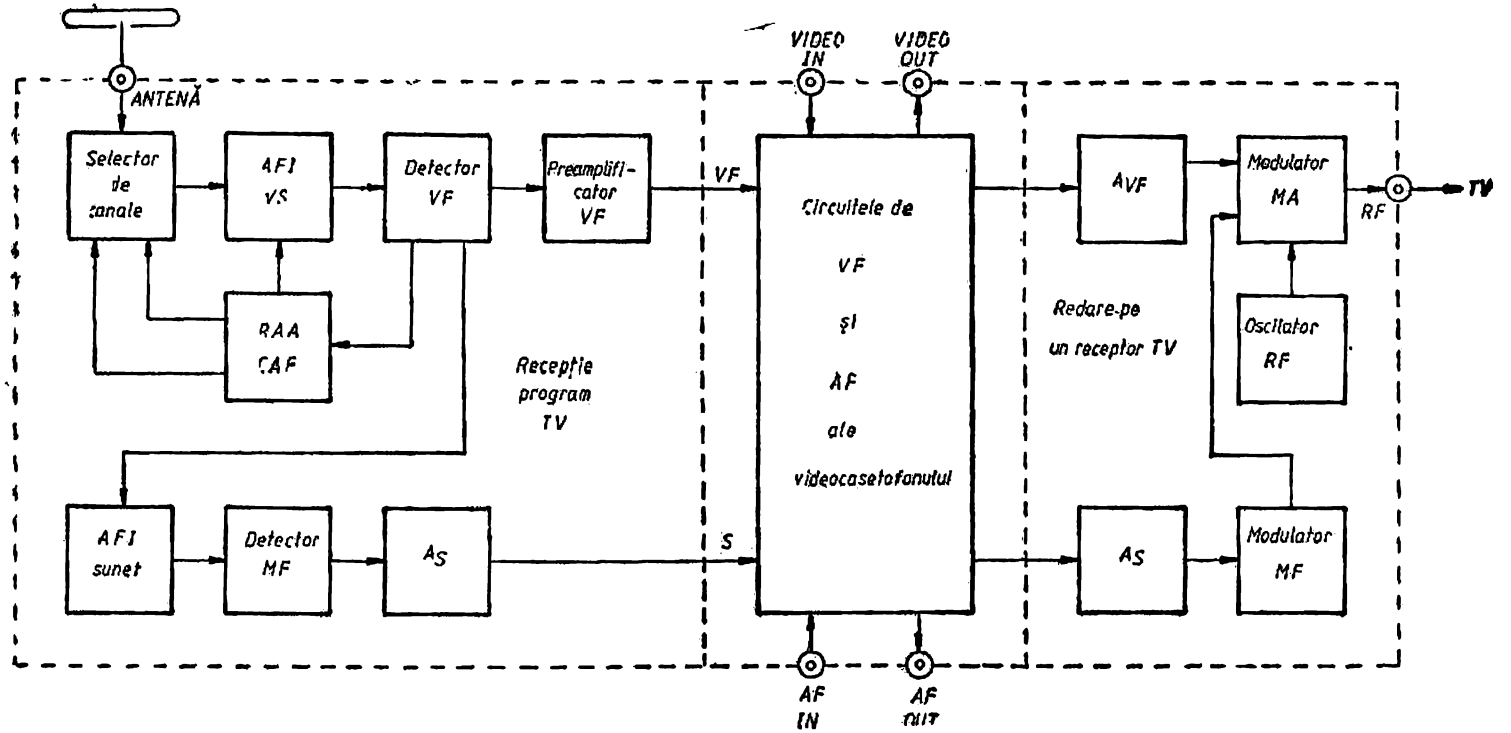

Fig. 4.59. Circuitele periferice ale unui video casetofon.

4.3.7. Servomecanismele unui videocasetofon

Din prezentarea modului de înregistrare și redare al semnalelor video pe bandă magnetică utilizînd un sistem de explorare elocoidală, rezultă necesitatea unei corelări foarte strînse între deplasarea benzii și rotirea capetelor magnetice. Urmărirea foarte precisă a traseului — denumit și tracking — se realizează cu ajutorul unor circuite de automatizare care conțin traductoare și servomecanisme. Acestea în ultima instanță acționează asupra turației motoarelor care la majoritatea videomagnetoscoapelor pentru amatori sînt în număr de două: unul care asigură tracțiunea benzii prin sistem ax-rolă presoare și celălalt care antrenează tamburul rotativ cu capete. Menționăm că operațiile de derulare rapidă a benzii sînt realizate cu ajutorul motorului de antrenare a benzii magnetice.

Motoarele folosite sînt de mai multe feluri: de curent continuu, asincrone și sincrone de curent alternativ.

Motoarele de curent continuu utilizate sînt de tip serie, cu perii și colector iar statorul este realizat din magnet permanent. După cum s-a prezentat la paragraful 4.2.5 turația lor este puternic dependentă de amplitudinea tensiunii aplicat la borne, existînd o relație de directă proporționalitate.

Motoarele sincrone avînd turația dictată de frecvența curentului alternativ, nu vor fi alimentate de la rețea ci de la un oscilator cu frecvența controlată de cca 400 Hz.

Motoarele asincrone prezintă o variație mică a turației funcției de frecvența curentului alternativ. De aceea, aceasta este controlată prin procedee speciale bazate pe înfrînarea cu curenți Foucault.

Sistemul automat de control al turației motorului — în funcție de tipul lui, prin modificarea tensiunii continue, prin modificarea frecvenței curentului alternativ de alimentare sau prin curenți Foucault — se bazează pe:

— imprimarea pe o pistă specială a benzii magnetice a unor semnale de sincronizare comparabile cu turația motoarelor;

— semnale de referință cu frecvență riguros constantă cum ar fi impulsurile de sincronizare cadre la înregistrare sau un semnal dat de un cristal de cuarț;

— semnale proporționale cu turația tamburului cu capete video și a axului de antrenare a benzii.

Ultima categorie de semnale — denumite și semnale tachometrice sau pe scurt tacho — se obține prin rotirea unui magnet fixat solidar de axul în rotație, care induce impulsuri într-o bobină cu miez magnetic. La unele tipuri de aparate aceste impulsuri se obțin prin mijloace fotoelectronice cu diode LED și fotodiode sau fototranzistoare. Frecvența acestor semnale depinde pe de o parte de turația motorului respectiv și pe de altă parte de numărul de poli ai magneților care poate fi diferit de la un tip de magnetoscop la altul.

În continuare se vor prezenta principiile de funcționare ale servomecanismelor unui videocasetofon cu două motoare de c.c. pe sistemul VHS.

● **Funcționarea servomecanismului tamburului cu capete video la înregistrare.**

Principiul de reglaj se bazează pe prelucrarea informațiilor privitoare la turația tamburului rotiv în raport cu o frecvență de referință constantă

Semnalul de referință este reprezentat de impulsurile de sincronizare cadre ale semnalului care se înregistrează. (fig. 4.60).

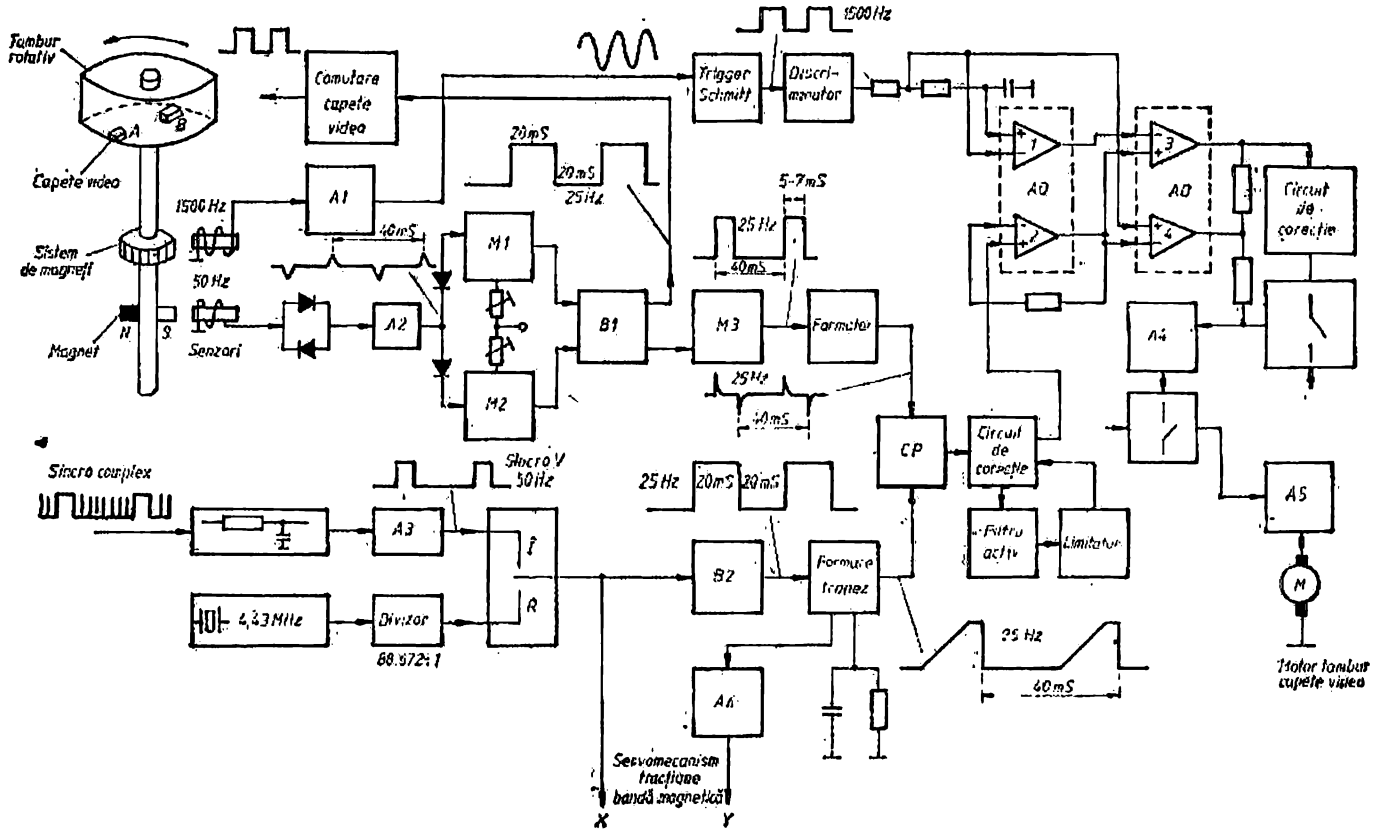

Fig. 4.60. Schema bloc a servomecanismului tamburului cu capete video.

Acestea sînt separate după durată din semnalul de sincronizare complex după care vor fi amplificate și formate cu *A 3*. Printr-un comutator poziționat pe înregistrare, impulsurile ajung la un circuit basculant bistabil *B 2* unde are loc o divizare a frecvenței cu *2*, astfel că la ieșirea lui vor rezulta impulsuri cu frecvența de 25 Hz și timpi egali (20 ms). Formatorul care urmează, printr-un circuit de integrare, realizează transformarea impulsurilor dreptunghiulare în impulsuri cu formă trapezoidală și frecvență 25 Hz care se aplică la intrarea *1* a comparatorului de fază *CP*. Acesta le va compara cu impulsurile de la intrarea *2* care au fost prelucrate din informația cu privire la turația motorului.

Pe axul tamburului se găsește un magnet permanent care la o rotație completă va induce într-o bobină apropiată un impuls pozitiv și altul negativ (corespunzător polului nord sau sud care trece prin fața miezului magnetic al bobinei). Aceasta constituie informația cu privire la . turația motorului care prin amplificatorul-formator *A 2* va fi transformată într-un tren de impulsuri ascuțite pozitive și negative. Intervalul de timp dintre două impulsuri cu aceiași polaritate va trebui să fie la sincronism, de 40 ms, adică egal cu durata completă a unui cadru. Impulsurile negative, vor comanda monostabilul *M 1* iar cu cele pozitive monostabilul *M 2*. Acestea vor produce la ieșire impulsuri cu frecvența 25 Hz și durata de 20 ms riguros reglată cu ajutorul unor semireglabili. Cele două monostabile vor comanda simultan intrările bistabilului *B 1* cu impulsuri de 20 ms durată și decalate în timp tot la 20 ms. În consecință la ieșirile bistabilului se vor obține trenuri de impulsuri în antifază cu durata de 20 ms și frecvența de 25 Hz. Ieșirea de sus va livra semnalul de comutare al capetelor magnetice la fiecare semicadru (20 ms), iar ieșirea de jos va comanda monostabilul *M 3* care va îngusta impulsurile de 25 Hz la 5—7 ms. Cu ajutorul unui formator se realizează o diferențiere în urma căruia rezultă impulsuri negative ascuțite întîrziate cu 5—7 ms. După inversarea fazei, ele se aplică la intrarea 2 a comparatorului de fază CP. Acesta va compara impulsurile trapezoidale fixe provenite din semnalul TV, cu impulsurile de scurtă durată (10 μs) dar a căror poziție relativă depinde de turația motorului. (fig. 4.61). Va rezulta o tensiune continuă care depinde de deplasarea în timp a impulsurilor de la intrarea *1*. După un filtraj corespunzător, ea se aplică la amplificatorul operațional *AO/2* și mai departe pe intrarea neinversoare a amplificatorului operațional *AO/3*. Pe intrarea inversoare a acestuia din urmă ajunge un semnal care provine de la un senzor de turație fină. Acesta este format din mai mulți magneți de axul tamburului sub forma unei roți dințate. Numărul este mare, astfel că tensiunea indusă în bobina corespunzătoare are o frecvență de 1 500 Hz. În acest mod se pot sesiza variații foarte mici ale vitezei unghiulare (viteza de fluctuație). Semnalul traductorului de 1 500 Hz va fi amplificat de *A 1* și apoi se va aplica unui trigger Schmitt. Acesta va produce impulsuri cu aceiași frecvență dar de formă dreptunghiulară. Datorită fluctuației de viteză,

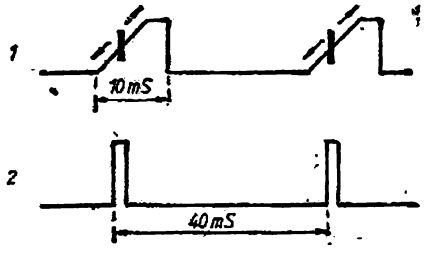

Fig. 4.61. Impulsurile la intrările comparatorului de fază.

ele vor fi modulate în frecvență și ca urmare la ieșirea discriminatorului va rezulta o tensiune variabilă care se aplică amplificatorului operațional *OA/3*. Tensiunea diferențială de la intrarea *OA/3* va fi amplificată de acesta și prin intermediul unei rețele de corecție, a amplificatorului *A 4*, a unui întrerupător comandat și a amplificatorului de putere *A 5*, se alimentează motorul de curent continuu. Tensiunea lui de alimentare va varia astfel încît atunci cînd se modifică cuplul rezistent, turația va rămîne constantă. Cu ajutorul buclei de reglaj prezentate se poate controla unghiul de rotație cu o precizie de 0,5 — 1°.

● **Funcționarea servomecanismului tamburului cu capete video la redare.**

Principiul de reglaj al tensiunii de alimentare a motorului este identic cu cel de la înregistrare. Deoarece impulsurile de sincronizare cadre ale semnalului înregistrat pe bandă sînt supuse fluctuației, ca tensiune de referință se utilizează semnalul unui oscilator cu cristal de cuarț de 4,43 MHz care va fi divizat pînă la frecvența de 50 Hz.

● **Funcționarea servomecanismului axului de antrenare a benzii magnetice la înregistrare.**

Antrenarea benzii magnetice se face cu un motor separat printr-un ansamblu ax-rolă presoare. Controlul turației se realizează prin aceleași principii prezentate anterior.

La înregistrare se imprimă pe pista sincro a benzii magnetice, impulsuri de sincronizare care vor fi folosite la redare. Aceste impulsuri cu frecvența de 50 Hz și forma din fig. 11.62 se obțin prin prelucrarea impulsurilor de sincronizare pe verticală ale semnalului video ce se înregistrează (ieșirea *X* din fig. 4.61) cu ajutorul unui monostabil *M 1* și a unui formator cu diode.

Turația motorului va fi controlată cu un comparator de fază CP care la intrarea *1* primește impulsuri trapezoidale de 25 Hz și panta de creștere de 10 ms. Aceasta constituie referința sistemului de reglaj și provine din blocul servomecanismului tamburului cu capete video (ieșirea *Y*, fig. 4.61). Pe axul de antrenare a benzii se găsesc mai mulți magneți așezați sub forma unei roți dințate care induc într-un senzor (bobină) o tensiune alternativă a cărei frecvența este proporțională cu turația motorului axului. La sincronism, frecvența curentului indus este de 225 Hz. Prin intermediul unor amplificatoare — formatoare *A 1*, semnalul ajunge la un trigger Schmitt care produce impulsuri dreptunghiulare cu aceiași frecvență. În continuare, urmează o divizare a frecvenței cu 9 : 1 care va avea ca rezultat obținerea unor impulsuri de 25 Hz și umplere egală. Monostabilul *M 4* va realiza o îngistare a pulsului pozitiv astfel încît durata lui va fi de 5—7 ms. După comutatorul modului de lucru, impulsurile vor fi diferențiate și aplicate monostabilului *M 5*. Se constantă că impulsul negativ ascuțit obținut este întîrziat cu 5—7 ms astfel încît el să producă la sincronism un impuls la ieșirea monostabilului *M 5*, pe mijlocul pantei tensiunii trapezoidale. Reglajul precis se efectuează cu semireglabilul *R 2*. Monostabilul *M 5* comandat de impulsurile ascuțite negative, prin intermediul unui amplificator neliniar cu diode, va aplica la intrarea *2* a comparatorului de fază impulsuri cu o formă bine determinată a căror poziție în timp poartă informația cu privire la turația motorului. La ieșirea comparatorului de fază se obține o tensiune continuă proporțională cu poziția relativă a impulsurilor de la intrările *1* și *2*. Aceasta va comanda intrarea neinversoare a unui amplificator operațional *AO*.

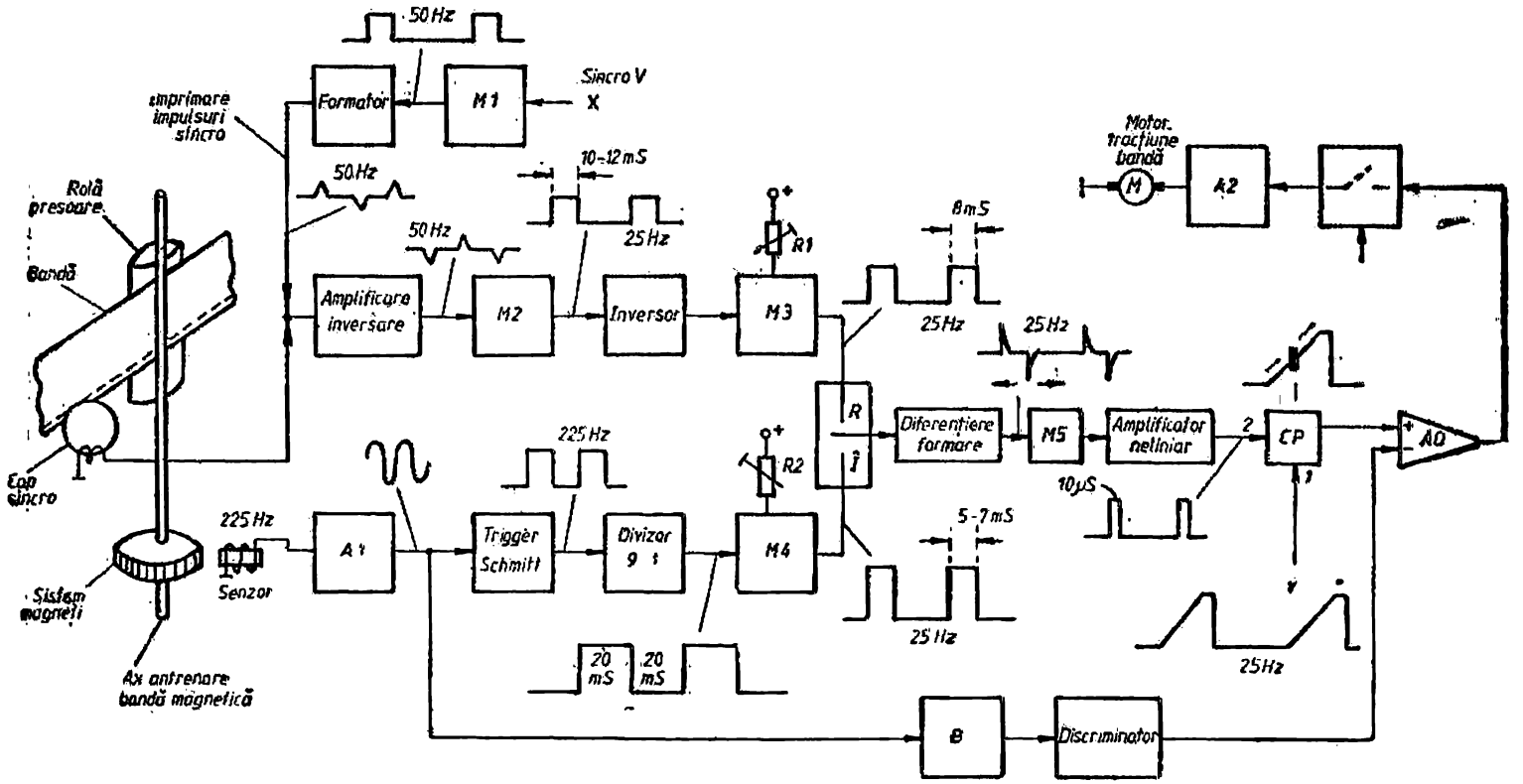

Fig. 4.62. Schema bloc a servomecanismelor axului de antrenare al benzii.

Pentru mărirea preciziei sincronizării motorului axului de antrenare al benzii cu motorul tamburului rotativ cu capete video, este necesară prelucrarea unei alte informații cu privire la viteza unghiulară a axului de antrenare sau altfel zis, viteza de fluctuație a turației. Aceasta se obține din tensiunea produsă de senzorul de 225 Hz cu ajutorul unui bistabil formator de impulsuri *B* care datorită fluctuației de viteză vor fi modulate în frecvență. Prin intermediul unui discriminator se va obține o tensiune care depinde de viteza de rotație a axului. Ea va fi aplicată pe intrarea inversoare a amplificatorului operațional. Tensiunea de ieșire a lui care este comandată de tensiunea diferențială de la intrare, printr-un comutator și un amplificator de putere *A 2*, va alimenta motorul astfel încît stabilizarea turației se obține cu o precizie unghiulară de 1 — 2°.

Trebuie menționat că prelucrarea celei de a doua informație (ca de altfel și la servomecanismul tamburului cu capete video) este obligatorie. Aceasta datorită faptului că deși turația motorului poate să fie constantă ca urmare a acțiunii comparatorului de fază, se poate întîmpla ca în decursul unei singure ture viteza unghiulară să nu fie constantă și drept consecință înregistrarea semnalului TV pe linii nu va fi uniformă.

● **Funcționarea servomecanismului axului de antrenare al benzii magnetice la redare.**

În acest caz semnalul de referință trapezoidal de 25 Hz care se aplică la intrarea *2* a comparatorului de fază, provine de la blocul servomecanismului tamburului cu capete video dintr-un oscilator cu cuarț de 4,43 MHz. Sincronizarea turației axului de antrenare se realizează cu ajutorul impulsurilor de sincronizare de 50 Hz imprimate pe pista sincro. Acestea prin intermediul capului magnetic sincro și a unor amplificatoare-inversor, comandă cu ramura negativă multivibratorul *M 2*. La ieșirea lui vor rezulta impulsuri de 25 Hz și durata de 10—12 ms care după inversarea polarității vor comanda multivibratorul *M 3*. Acesta cu ajutorul unui potențiometru exterior accesibil va produce impulsuri de 25 Hz cu durata reglabilă în domeniul $\pm$ 4 ms care prin comutatorul modului de lucru ajung la circuitul de diferențiere. Aici impulsurile negative ascuțite obținute vor avea o întîrziere în funcție de reglajul potențiometrului *R 1*. Ele vor fi formate cu monostabilul *M 5* și prin amplificatorul neliniar, vor ajunge pe intrarea *2* a comparatorului de fază *C P*. Acesta în funcție de poziția relativă a impulsurilor de intrare va comanda corespunzător tensiunea de alimentare a motorului. Se constată că suprapunerea exactă pe traseul magnetic necesar se realizează prin reglajul potențiometrului *R 1*.

Stabilirea vitezei unghiulare a axului se efectuează în mod identic ca la înregistrare.

În practică se pot întîlni și alte variante ale servomecanismului. Astfel, există videomagnetoscoape la care bucla de reglaj a servomecanismului axului de antrenare al benzii prelucrează informația cu privire la turația în raport cu frecvența fixă a unui oscilator cu cuarț, urmînd ca în cadrul buclei de reglaj a servomecanismului tamburului cu capete video să se realizeze suprapunerea exactă a traseelor de pe bandă prin utilizarea semnalelor date de capul sincro.

În fig. 11.63 este reprezentată o schemă bloc a unui servomecanism pentru axul de antrenare dintr-un videomagnetoscop JVC care lucrează pe acest principiu. Formele de undă ale semnalelor sînt cele din fig. 4.64.

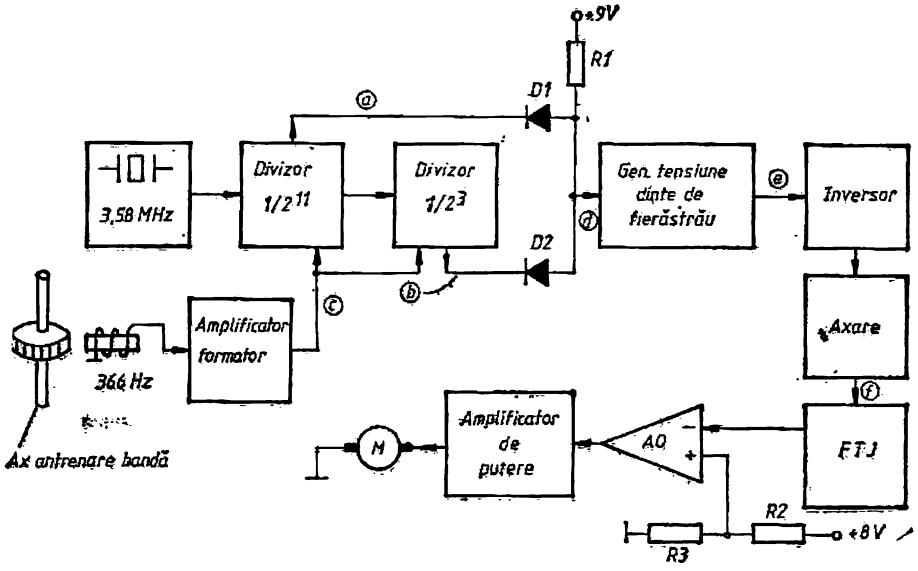

Fig. 4.63. Schema bloc a unui servomecanism pentru axul de antrenare al benzii cu funcționare universală.

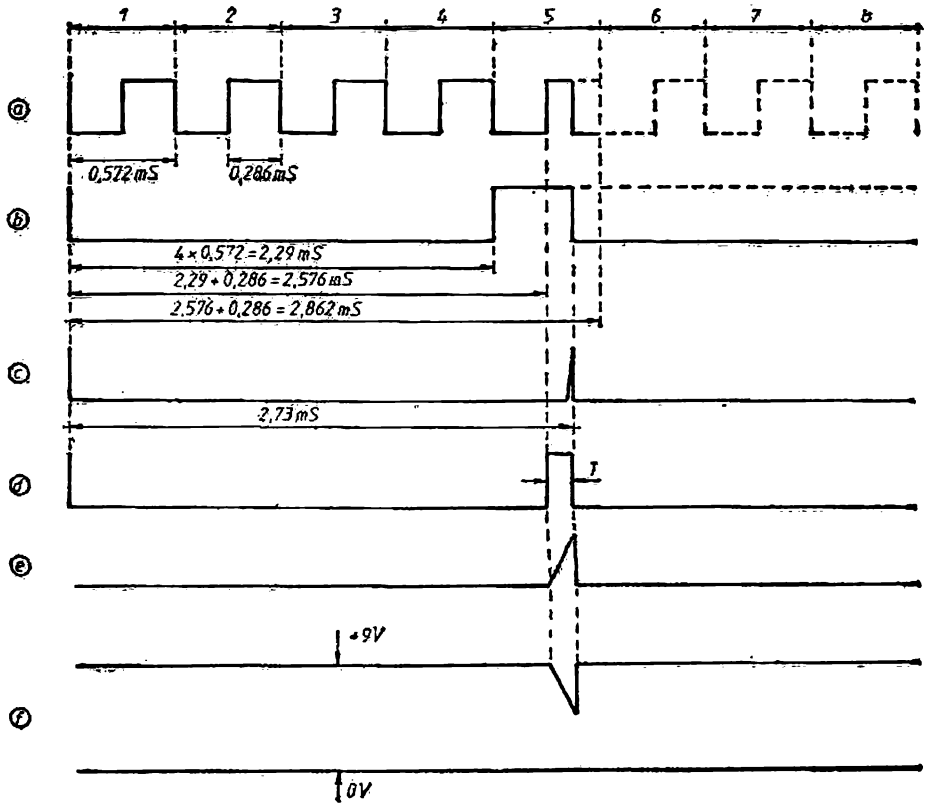

Fig. 4.64. Formele de undă ale tensiunilor din fig. 4.63.

Frecvența oscilatorului cu cuarț de 3,58 MHz care constituie referința buclei de reglaj, este divizată cu $1 : 2^{11}$ obținîndu-se impulsurile din fig. 4.64 a. Ele au frecvența egală cu: $3{,}58 : 2^{11} = 3{,}58 : 2\,048 = 1748$ Hz. Perioada lor este de 0,572 ms.

În continuare urmează o nouă divizare cu $1 : 2^3$ rezultînd impulsurile din fig. 4.64 b cu frecvența: $1748 : 2^3 = 1748 : 8 = 218{,}5$ Hz. Perioada este de 4,58 ms.

Pe axul de antrenare se găsește un sistem sub formă de roată dințată cu magneți al căror număr este astfel ales încît în senzorul magnetic să se inducă o tensiune care are frecvența la sincronism de 366 Hz. Prin intermediul unor amplificatoare și limitatoare, semnalul de 366 Hz este prelucrat pînă ce se ajunge la un tren de impulsuri foarte ascuțite care se repetă cu o perioadă $1 : 366 = 2{,}73$ ms (fig. 4.64 *c*). Acestea vor fi folosire pentru aducerea la zero a divizoarelor de frecvență care sînt numărătoare în cod binar. Astfel, în intervalul de 2,73 ms, divizorul $1 : 2^{11}$ va funcționa patru cicluri complete și un timp din ciclul 5 după care el este adus la zero și procesul reîncepe (fig. 4.64 *a*). Divizorul $1 : 2^3$, în același interval de timp, va funcționa o semiperioadă completă și parțial în semiperioadă următoare după care și el va fi adus la zero (fig. 4.64 *b*).

Diodele *D 1*, *D 2* formează un circuit *S 1* care primește impulsurile celor două divizoare. La ieșirea lui apar impulsuri pe durata *T* cînd ambele diode sînt blocate (fig. 4.64 *d*). Prin integrare, forma lor va fi modificată în dinte de fierăstrău (fig. 4.64 *e*). După o inversare de polaritate și axare la nivelul tensiunii de alimentare de + 9 V, impulsurile ajung la un filtru trece jos (fig. 4.64 *f*). Acesta va lăsa să treacă numai componenta continuă lent variabilă care va fi aplicată intrării inversoare a unui amplificator operațional *AO*. Tensiunea de ieșire a acestuia va comanda un amplificator de putere care alimentează motorul axului de antrenare al benzii. Dacă frecvența de 366 Hz variază ca urmare a modificării turației, va rezulta o variație a perioadei de 2,73 ms și deci a timpului *T*. Ca urmare tensiunea medie de la ieșirea filtrului va varia, antrenînd prin lanțul de amplificatoare modificarea tensiunii de alimentare a motorului.

De exemplu, dacă presupunem o creștere a cuplului rezistent al axului, turația va tinde să scadă. Frecvența impulsurilor date de senzor scade, iar timpul *T* în care diodele sînt deschise, crește. Rezultă impulsuri în dinte de fierăstrău mai late care determină o scădere a componentei medii aplicate pe intrarea inversoare a *AO*. Ca urmare tensiunea de ieșire va crește, la fel și tensiunea de alimentare a motorului care își va mări turația pînă la regimul normal.

Capitolul 5

Aparatura de măsurat utilizată în radio-tv

5.1. Generalități.

Funcționarea la parametrii optimi a unui aparat radioelectronic depinde în mod esențial de modul cum acesta este reglat. Aducerea fiecărui etaj precum și a întregului ansamblu la starea de funcționare dorită se face prin măsurări multiple și diverse utilizînd aparatură adecvată. Practic aceasta este folosită atît în procesul de fabricație și controlul tehnic de calitate cît și în activitate de service.

De mare importanță este cunoașterea modului cum se fac măsurările precum și manipularea corectă a aparaturii de măsură. Eventualele greșeli care pot apare în practică din acest punct de vedere, pot duce la deteriorarea aparatului supus măsurării sau a aparatului de măsurat.

Efectuarea unei măsurări înseamnă a asocia numere stărilor unui fenomen fizic și are ca rezultat stabilirea unui raport între mărimea de măsurat și unitatea de măsură aleasă convențional.

Mărimea de măsurat sau *măsurandul* este o mărime fizică care poate face parte din următoarea clasificare: de grad 1, 2 sau 0.

- Mărimile fizice de gradul 1 figurează ca termeni de gradul 1 în legile generale ale electromagnetismului. Acestea sînt: intensitatea cîmpului electric (E), inducția electrică (D), intensitatea cîmpului magnetic (H), inducția magnetică (B), fluxul magnetic (Φ), curentul electric (I), tensiunea (U) etc.
- Mărimile fizice de gradul 2 reprezintă produsele a două mărimi de grad 1 și determină o putere sau o energie. De exemplu, UI este puterea în circuitele electrice. UIt este energia electrică, $BH/2$ este densitatea de energie în cîmpul magnetic, $QU/2$ este energia unui condensator etc.
- Mărimile fizice de gradul 0 numite și parametrice, reprezintă raportul a două mărimi de grad 1 sau 2. Dintre acestea putem enumera: rezistența sau impedanța care este raportul U/I, conductanța sau admitanța dată de raportul I/U, raportul de transformare U_1/U_2 sau I_1/I_2 etc. Menționăm că definițiile principalelor mărimi de măsurat utilizate în radioelectronică au fost date în capitolul 1 din vol. 1.

În principiu un aparat de măsură primește la intrare o mărime X care se măsoară. El o va prelucra în mod corespunzător rezultînd la ieșire mărimea Y ce va fi citită pe un instrument indicator, display etc. Legătura dintre mărimile X și Y poate fi o funcție liniară sau neliniară. În practică asupra mărimilor de ieșire acționează de regulă și așanumitele *mărimi perturbatoare*

determinate de temperatură, presiune, umiditate, cîmpuri magnetice sau electrice externe, etc.

Stabilirea corespondenței dintre mărimea de intrare X și mărimea de ieșire Y se face pe baza a două principii: analogic și digital sau numeric.

● *Aparatele analogice* sînt caracterizate de faptul că fiecărei valori a mărimii de măsurat X îi corespunde o valoare unic determinată a mărimii de ieșire Y și reciproc. Dacă o mărime fizică ce se măsoară variază în mod continuu de la 0 la 100%, atunci și mărimea de ieșire va avea o variație tot continuă. Cu alte cuvinte ea va fi analoagă intrării de unde și denumirea acestor tipuri de aparate. Exemplul reprezentativ poate fi considerat microampermetrul, miliampermetrul sau ampermetrul magnetoelectric unde variației continue a curentului ce se măsoară îi corespunde o rotație continuă a acului indicator.

● *Aparatele digitale sau numerice* au particularitatea esențială că mărimea de ieșire Y cuprinde un număr finit de valori fiind un multiplu al unei unități de bază Δy. De exemplu, dacă se măsoară o tensiune continuă care variază între 0 și 10 V folosind un voltmetru digital care are $\Delta y = 1$ V atunci intervalul 0—10 V va fi împărțit în multiplii de 1 V și mărimea de ieșire Y reprezintă valoarea numerică a acestor multiplii. Rezoluția măsurătorii nu poate fi mai bună decît unitatea de bază $\Delta y = 1$ V.

În fig. 5.1 se prezintă caracteristicile intrare-ieșire ale celor două tipuri de aparate. La sistemele analogice ea este o dreaptă iar la cele numerice are o formă în scară datorită intervalului de cuantizare Δy.

Sistemul de măsură numeric prezintă comparativ cu cel analogic o serie de avantaje ca: citire ușoară lipsită de erori subiective datorită paralaxei sau interpolării între două diviziuni ale scalei, transmisia informației se poate face pe distanțe mari cu precizie prin folosirea metodelor cu diviziune în timp sau frecvență, pentru precizii ce depășesc 10^{-4} prețul de cost este mai redus etc.

Dintre avantajele sistemelor analogice putem enumera: ușurința urmăririi simultane a acelor indicatoare a unui întreg panou de comandă sau control, sesizarea rapidă a depășirii unei anumite valori critice, variația în timp a unui parametru poate fi mai ușor de urmărit etc.

Aparatele de măsură sînt caracterizate de o serie de parametrii metrologici iar în continuare se vor prezenta cei principali.

1. *Intervalul de măsurare* este ecartul dintre valoare minimă și maximă măsurabilă sau între zero și valoarea maximă. El este împărțit în game sau domenii de măsură.

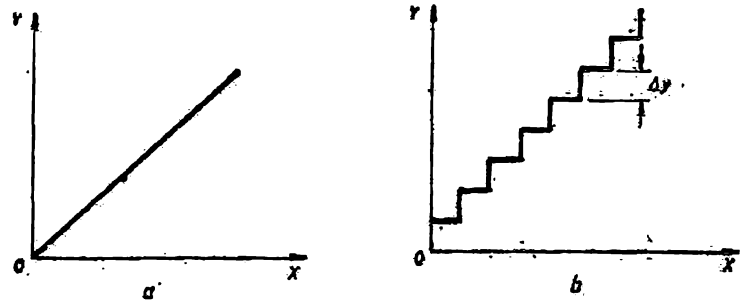

Fig. 5.1. Caracteristică intrare-ieșire a unui instrument de măsură:
a — instrument analogic; *b* — instrument digital.

2. *Rezoluția* reprezintă cea mai mică variație a mărimii de măsurat ce poate fi sesizată la ieșirea aparatului. Pentru aparatele analogice rezoluția este dată de o diviziune a scalei iar la cele numerice de o unitate (digit) a ultimului rang zecimal.

3. *Sensibilitatea* este o caracteristică a aparatelor analogice. Ea reprezintă raportul dintre variația mărimii de ieșire (Δy) corespunzătoare unei variații (Δx) a mărimii de intrare:

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x} \tag{5.1}$$

4. *Precizia* reprezintă capacitatea aparatului de a da indicații cît mai apropiate de valoarea reală a mărimii care se măsoară. În mod uzual ea se exprimă procentual. De exemplu, o precizie de 1% din întreaga scală arată valoarea maximă a erorii admisibile.

Erorile unui aparat de măsură sînt de două categorii: sistematice și aleatorii.

Erorile sistematice se manifestă la fiecare măsurătoare în același fel și determină o abatere constantă de la valoare reală. Din această categorie putem cita eroarea de calibrare sau cele datorită variației de temperatură

Erorile aleatorii sînt cauzate de perturbații exterioare ca tensiuni sau cîmpuri parazite, fluctuația componentelor electronice, eventuale defecte constructive etc.

5.2. Instrumentul universal de măsură.

Instrumentul universal este un aparat de măsură analogic unde elementul indicator de bază este — în marea majoritate a aplicațiilor practice — de tip magnetoelectric. Funcționarea acestuia se bazează pe interacțiunea a două cupluri de sensuri contrare care în final determină indicația aparatului ca funcție de valoarea mărimii de măsurat.

În fig. 5.2. se prezintă schema constructivă a unui instrument magnetoelectric.

Instrumentul propriuzis este format dintr-un magnet permanent care împreună cu o piesă polară din oțel moale realizează un întrefier în care se rotește o bobină mobilă sub formă de cadru. (fig. 5.2*a*). Curentul de măsurat trecînd prin înfășurarea bobinei va produce un *cuplu activ* care este proporțional cu intensitatea I, inducția magnetică din întrefier B, numărul de spire N și dimensiunile geometrice ale bobinei.

Ansamblul mobil este format din două semiaxe care la capete se rotesc în două lagăre. Solidar de cele două semiaxe se găsesc montate bobina, acul indicator și două resorturi elastice la care sînt conectate capetele înfășurării (fig. 5.2*b*).

Cuplul rezistent este produs de resorturile spirale și este proporțional cu unghiul de rotație și constanta elastică a materialului. În momentul cînd cele două cupluri sînt egale, rezultă un unghi de echilibru pentru acul indicator al cărui vîrf se deplasează pe o scară gradată în unități de măsură.

Sistemul mobil mai conține un dispozitiv pentru aducerea la 0 a instrumentului precum și contragreutăți care fac ca rezultanta forțelor ce acționează să fie axială.

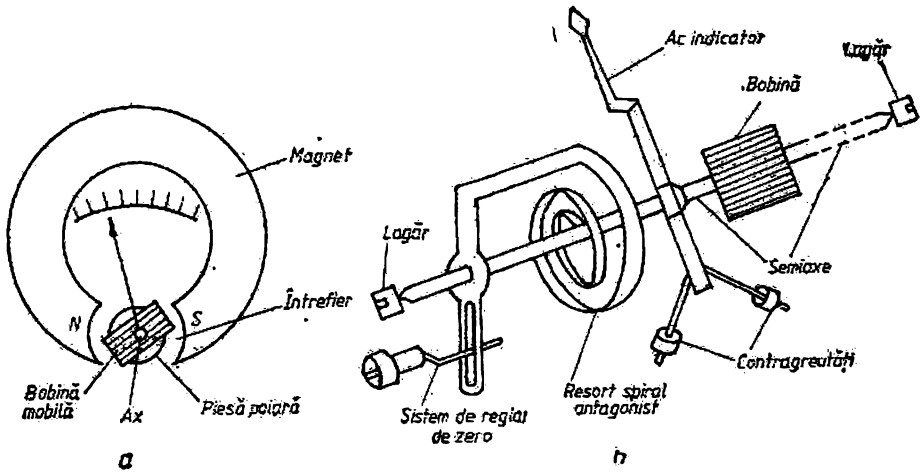

Fig. 5.2. Instrument de măsură magnetoelectric:
a — principiul constructiv; *b* — ansamblul mobil.

Din cele prezentate rezultă că instrumentul magnetoelectric măsoară valori ale intensității curentului electric continuu care parcurge bobina mobilă sau cu alte cuvinte acesta poate funcționa ca un ampermetru, miliampermetru sau microampermetru. O caracteristică importantă este rezistența înfășurării bobinei mobile numită și rezistență internă (R_i). Marea majoritate a instrumentelor de măsură universale permite măsurarea curenților, tensiunilor și rezistențelor de unde și denumirea de AVO-metru (amper-volt-ohm). Există tipuri constructive care pe lîngă acestea mai pot măsura capacități, nivele relative (dB) etc.

Pentru buna înțelegere a funcționării unui instrument universal, în continuare se vor descrie principiile de măsură ale curentului, tensiunii, rezistențelor etc.

5.2.1 Măsurarea curenților

Domeniul curenților care se măsoară în radioelectronică este cuprins între zeci de μA și cîțiva amperi. Pentru măsurarea curentului dintr-un circuit, instrumentul de măsură (ampermetrul, miliampermetrul, microampermetrul) se va conecta în *serie* (fig. 5.3).

Rezistența internă a ampermetrului trebuie să fie mică comparativ cu rezistența de sarcină R_s pentru ca valoarea curentului din circuit să nu se modifice esențial. Cu cît curentul prin circuit este mai mare cu atît rezistența R_i trebuie să fie mai mică.

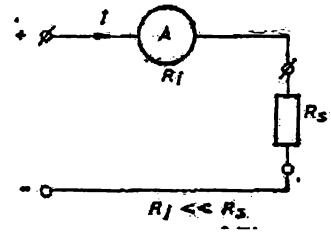

Fig. 5.3. Conectarea ampermetrului.

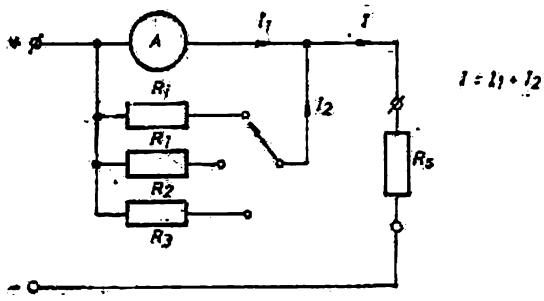

Fig. 5.4. Montarea şunturilor la ampermetru.

Extinderea domeniului de măsură al ampermetrelor se realizează prin montarea de şunturi în paralel care permit trecerea unei părţi a curentului din circuit (fig. 5.4).

Şuntul permite măsurarea unui curent de valoare mare, cu ajutorul unui aparat construit pentru curent mic.

5.2.2 Măsurarea tensiunilor

Un instrument de măsură magnetoelectric caracterizat printr-o rezistenţă internă R_i şi un curent maxim I_M (cap de scală) se poate utiliza şi pentru măsurarea tensiunilor. Valoarea maximă a tensiunii continue care se poate aplica direct la borne corespunde deplasării acului indicator la capul scalei de măsură. Instrumentele de măsură utilizate în radioelectronică având pentru I_M valori cuprinse între zeci de μA şi cîţiva mA, precum şi rezistenţe interne R_i relativ mici, vor putea suporta o tensiune continuă aplicată direct la borne de ordinul fracţiunilor de volt. Pentru a mări tensiunea maximă pe care o poate măsura aparatul, sau altfel spus pentru extinderea domeniului de măsură, se utilizează rezistenţe adiţionale (R_a) montate în serie (fig. 5.5).

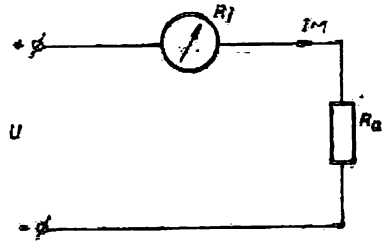

Fig. 5.5. Măsurarea unei tensiuni continue.

În acest caz tensiunea care se măsoară U se va diviza pe cele două rezistenţe R_i şi R_a astfel încît acul indicator să se găsească în domeniul permis. De exemplu, dacă instrumentul are $I_M = 50$ μA. $R_i = 1$ KΩ şi dorim să măsurăm o tensiune maximă de 10 V, atunci rezistenţa adiţională se poate calcula cu relaţiile:

$$U = I_M \cdot R_a + I_M \cdot R_i$$

$$R_a = \frac{U}{I_M} - R_i \qquad (5.2)$$

rezultînd o valoare $R_a = 199$ KΩ

Dacă în relațiile (5.2) se neglijează R_i care este mică comparativ cu R_a, atunci se poate scrie:

$$R_a = \frac{U}{I_M} \tag{5.3}$$

Deoarece rezistența adițională este proporțională cu tensiunea de măsurat U, voltmetrele de c.c. care utilizează un instrument magnetoelectric sînt caracterizate de numărul de ohmi care trebuie adăugat în serie cu aparatul pentru ca la borne să poată fi măsurată tensiunea de 1 V. Astfel, dacă ne referim la exemplul de mai sus, conform relației (5.3) rezultă $R_a = 20$ kΩ/V. În acest caz pentru măsurarea unei tensiuni mai mari, ca de exemplu de 500 V, rezistența adițională va trebui să fie egală cu $20 \cdot 500 = 10\,000$ k$\Omega = 10$ M.

Din cele prezentate se poate trage concluzia că realizarea unui voltmetru de c.c. cu mai multe limite de măsurare se face prin alegerea unor rezistențe adiționale specifice fiecărei domeniu de măsură. În fig. 5.6 se prezintă două variante de montare a rezistențelor adiționale.

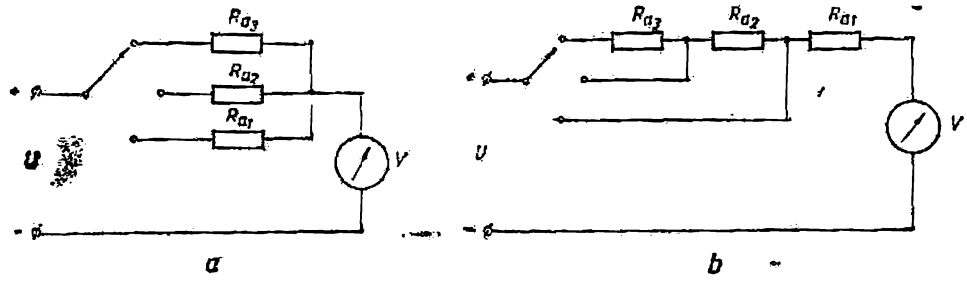

Fig. 5.6. Variante de montare a rezistențelor adiționale.

Măsurarea tensiunilor cu ajutorul voltmetrului (instrument + rezistență adițională) se face prin conectarea în *derivație* la bornele unui element de circuit.

Dacă rezistența internă a voltmetrului (practic rezistența adițională) care se conectează în paralel cu o ramură de circuit este comparabilă cu rezistența acesteia, atunci intervine un efect de șuntare care va micșora considerabil tensiunea. Instrumentul va indica o tensiune mai mică ca cea reală. De aceea, rezistența internă trebuie să fie cît mai mare posibil (10—20 ori mai mare ca rezistența porțiunii de circuit la bornele căreia se măsoară tensiunea). Acest lucru restrînge domeniul de utilizare a voltmetrelor cu rezistențe adiționale și în consecință o măsurătoare corectă în puncte critice (grilă de comandă a tuburilor electronice, poarta tranzistoarelor cu efect de cîmp, circuite de RAA etc.) se poate efectua numai cu voltmetre electronice de mare impedanță.

Pentru măsurarea tensiunilor alternative sinusoidale de joasă frecvență un voltmetru utilizat în acest scop va trebui ca pe lîngă partea de măsură propriu zisă să cuprindă și o parte de detecție sau redresare.

Redresarea poate fi monoalternanță sau dublu alternanță și are ca scop transformarea curentului alternativ într-un curent pulsatoriu a cărui valoare medie depinde de amplitudine. Cele mai utilizate sînt schemele cu dublă

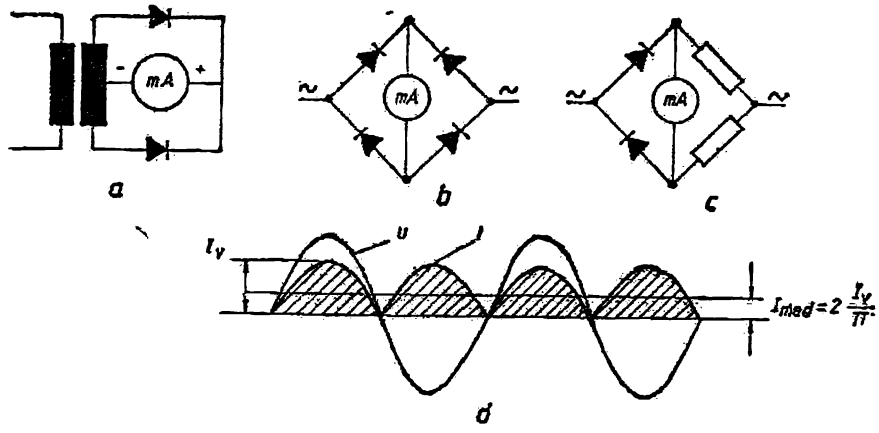

Fig. 5.7. Scheme de redresoare:
a — cu transformator; b, c — în punte; d — forma tensiunii aplicate și a curentului prin instrument.

redresare care măresc sensibilitatea aparatului prin creșterea curentului ce trece prin instrument la dublu. În fig. 5.7*a*, *b*, *c* se prezintă schemele uzuale.

Dacă la bornele grupului redresor se aplică o tensiune sinusoidală, atunci curentul care trece prin instrument va avea forma din fig. 5.7*d*. Cuplul instantaneu care ia naștere în aparatul magnetoelectric este proporțional cu amplitudinea acestui curent (I_c) dar ca urmare a inerției mecanice, ansamblul mobil va fi acționat de un cuplu mediu care este proporțional cu valoarea medie a curentului redresat. Întrucît între valorile de vîrf, eficace și medie există o corelație matematică (vol. 1, cap. 1), rezultă că voltmetrul poate fi etalonat în valori eficace.

În fig. 5.8 este prezentată o schemă de voltmetru pentru c.a. cu mai multe domenii de măsură realizate prin intermediul rezistențelor adiționale R_3, R_4, R_5. Rezistențele R_1 și R_2 reprezintă sarcina punții redresoare și determină ca diodele să lucreze pe porțiunea liniară a caracteristicii. Pe baza celor de mai sus trebuie reținut că voltmetrele de c.a. uzuale indică valoarea eficace a tensiunilor măsurate cînd acestea sînt pur sinusoidale și de frecvență joasă.

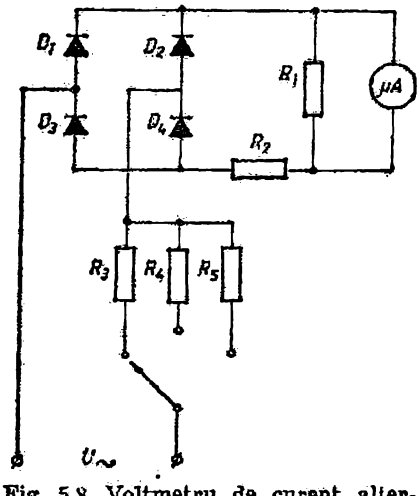

Fig. 5.8. Voltmetru de curent alternativ sinusoidal.

Prin utilizarea diodelor redresoare cu germaniu ce prezintă o capacitate proprie mică, aparatul poate funcționa pînă la ordinul zecilor de kHz cu o eroare de ordinul a $\pm$ 3%.

Dacă tensiunea aplicată nu este pur sinusoidală va apare o diferență între indicația aparatului și valoarea eficace reală.

Datorită neliniarității caracteristicii curent-tensiune a diodelor semiconductoare, scara aparatului nu este liniară (indicații mai dese la începutul scalei). Tot ca o consecință a acestui fapt instrumentele prezintă două tipuri de gradații: pentru valori medii și mari respectiv pentru valori mici.

5.2.3 Măsurarea rezistențelor electrice

Măsurarea rezistențelor în c.c. se poate face prin mai multe metode din care cele mai des folosite sînt: metoda voltmetrului și ampermetrului, metoda ohmetrului și metoda punții electrice (puțin utilizată la instrumentele universale).

● **Metoda voltmetrului și ampermetrului** constituie un procedeu de măsurare indirectă a rezistențelor. Ea constă în măsurarea simultană a curentului care trece prin rezistența de măsurat, și a căderii de tensiune care se produce pe rezistență, utilizînd un ampermetru, respectiv voltmetru. În practică se utilizează două scheme de măsură care sînt prezentate în fig. 5.9.

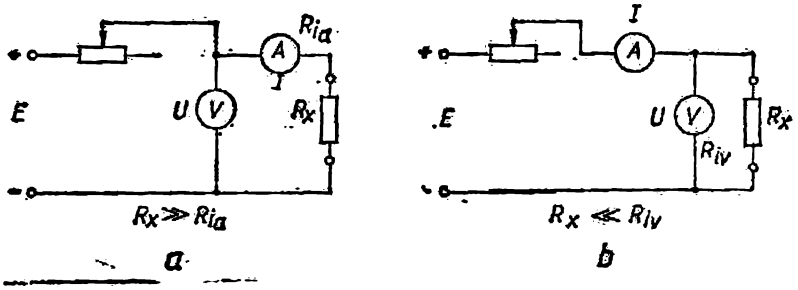

Fig. 5.9. Măsurarea rezistențelor cu ajutorul voltmetrului și a ampermetrului:
a — metoda amonte; b — metoda aval.

Schema din fig. 5.9*a* se caracterizează prin faptul că ampermetrul este conectat în serie cu rezistența a cărei valoare dorim să o determinăm, iar voltmetrul va măsura tensiunea continuă aplicată de la sursa E prin intermediul unui potențiometru. Datorită modului de dispunere a celor două instrumente de măsură, schema poartă denumirea de montaj *amonte*. Pentru ca erorile de măsură să fie neglijabile trebuie ca R_x să fie mult mai mare ca rezistența internă a ampermetrului (R_{ia}). De aceea montajul amonte este indicat a fi utilizat la măsurarea rezistențelor de valori mari.

În fig. 5.9*b* voltmetrul este conectat chiar la bornele rezistenței care se măsoară R_x iar ampermetrul măsoară curentul continuu absobit de la sursă de grupul paralel (R_x și voltmetru). Schema poartă numele de montaj *aval*. Erorile de măsură sînt neglijabile dacă R_x este mult mai mică ca rezistența internă a voltmetrului (R_{iv}) și în consecință montajul este recomandat pentru măsurarea rezistențelor de valori mici. Considerînd îndeplinite condițiile cerute de cele două metode, atunci valoarea rezistenței se poate determina cu ajutorul legii lui Ohm făcînd raportul dintre tensiunea și curentul măsurat.

● **Metoda ohmetrului** utilizează un singur instrument de măsură a cărui scală este gradată direct în ohmi. Din punct de vedere constructiv, ohmetrele sînt cu montaj serie sau derivație (fig. 5.10).

Schema din fig. 5.10*a* cuprinde o baterie cu f.e.m. E și rezistența internă r_i, două rezistențe adiționale R_1 și R și un miliampermetru magnetoelectric. Rezistența care se măsoară se leagă la bornele AB. Pentru etalonarea aparatului există comutatorul K cu ajutorul căruia se scurtcircuitează bornele AB. Rezistențele R_1 și R se aleg astfel ca atunci cînd $R_x = 0$, indicația instrumentului să fie maximă, obținîndu-se reperul de 0 (zero). Atunci cînd bornele AB sînt în gol și K este deschis, acul indicator se află la începutul scalei și

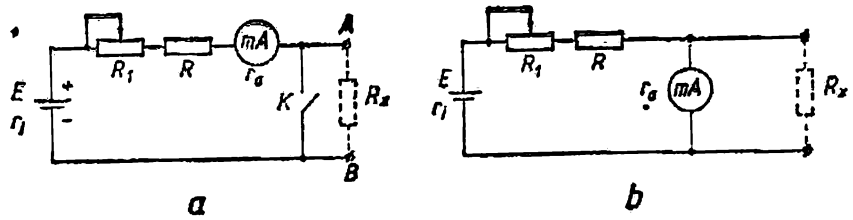

Fig. 5.10. Schema de principiu a ohmetrelor:
a — serie; *b* — derivație.

această poziție se notează cu ∞. În cazul cînd se montează la bornele AB o rezistență R_x atunci valoarea ei poate fi citită în punctul indicat de acul miliampermetrului a cărui scală este gradată în ohmi, kiloohmi sau megohmi. Trebuie menționat că la multe tipuri de aparate comutatorul K lipsește și etalonarea punctului 0 se face prin scurtcircuitarea cordoanelor de măsură atașate la bornele AB. Această schemă este indicată pentru măsurarea rezistențelor mari (de ordinul de mărime $R + R_1$).

După cum se vede, scala este gradată în sens invers față de aceea a unui voltmetru sau ampermetru. Ea este neliniară, diviziunile fiind mai dese în domeniul rezistențelor mari. Măsurările sînt efectuate cu precizie mai mare dacă R_x reprezintă nu mai puțin de 0,1 din valoarea $r_a + R$ și cel mult de 10 ori această valoare.

Deoarece bateriile uscate îmbătrînesc în timp, lucru manifestat prin creșterea rezistenței interne r_i, pentru efectuarea etalonării punctului de 0 se prevede rezistența reglabilă R_1 astfel încît suma $R_1 + r_i$ să rămînă constantă. Practic cu o baterie de 1,5—4,5 V, cu ohmetrele obișnuite se pot măsura rezistențe în domeniul 1 Ω — 1M Ω. Dacă se utilizează baterii de 9—15 V și instrumente indicatoare cu sensibilitatea de cel mult 50 μA, domeniul de măsură se poate extinde pînă la cca 10 M Ω. Schema din fig. 5.10*b* este indicată pentru măsurarea rezistențelor mici unde R_x se va conecta în paralel cu instrumentul indicator.

Etalonarea capătului de scală ($R_x = \infty$) se realizează prin reglarea rezistenței R_1 (rezistența R va trebui să fie aleasă astfel încît atunci cînd bateria este nouă, cursorul potențiometrului R_1 să se găsească pe poziția mediană).

Compensarea efectului de îmbătrînire al bateriei se realizează cu R_1. După cum se vede din cele prezentate, acest tip de schemă are punctul de 0 (zero) la stînga (bornele AB scurtcircuitate) și reperul ∞ la dreapta, iar gradarea scalei se face în sensul obișnuit.

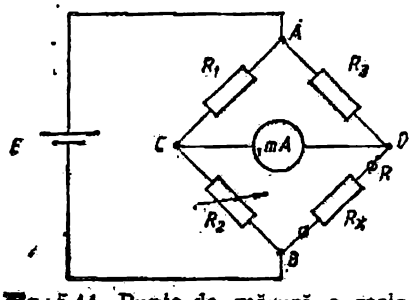

Fig. 5.11. Punte de măsură a rezistențelor.

Limitele aproximative de măsurare a rezistențelor cu acest tip de ohmetru sînt cuprinse între 0,1 și 10 r_a.

Instrumentele de măsură universale — de regulă — atunci cînd sînt folosite ca ohmetre au mai multe sensibilități. Acest lucru se obține prin comutarea convenabilă a rezistențelor adiționale.

● **Metoda punții electrice.** Schema de principiu a unei punți de c.c., cunoscută sub denumirea de puntea Wheatstone, este prezentată în fig. 5.11. În componența

punții se găsesc: sursa de tensiune E, un instrument de măsură (mA) și trei rezistențe cunoscute R_1, R_2, R_3.

Puntea se găsește la echilibru dacă prin miliampermetru nu circulă curent, adică diferența de potențial între punctele CD este nulă. În această situație, prin calcule matematice rezultă relațiile

$$R_1 \cdot R_x = R_2 \cdot R_3$$

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} \tag{5.4}$$

care permit determinarea rezistenței necunoscute R_x.

Pentru echilibrarea punții rezistența R_2 este reglabilă iar atunci cînd se dorește realizarea mai multor domenii de măsură, R_3 este comutabilă. Pentru o bună precizie instrumentul indicator va avea punctul de zero la mijlocul scalei.

5.2.4 Structura unui instrument universal de măsură. Caracteristici tehnice.

După cum s-a prezentat la începutul subcapitolului, acest tip de aparat de măsură utilizează un singur instrument indicator (magnetoelectric) care prin intermediul unui comutator de funcții sau a unor borne separate, permite măsurarea tensiunilor și curenților continui și alternativi precum și a rezistențelor, capacităților, nivelelor AF etc. Scala aparatului cuprinde mai multe domenii corespunzătoare mărimii care se măsoară. În țara noastră, la IAEM-Timișoara, se produc multimetre analogice ca MAVO 1, MAVO 2, MAVO 35.

Instrumentele universale de măsură MAVO 1 și 2 sînt instrumente portabile de gabarit mic destinate să măsoare curenți continui, tensiuni alternative și continue și rezistențe în curent continuu.

În fig. 5.12 este prezentată schema electrică de principiu a multimetrului MAVO 2.

Aparatul este echipat cu un instrument indicator de 35 μA și rezistență proprie de 2 500 Ω. Măsurătorile se efectuează cu două cordoane care se introduc în bornele polarizate marcate cu + și —. Protecția la suprasarcină accidentală este asigurată cu o siguranță fuzibilă de 0,6 A. Alegerea mărimii care trebuie măsurată precum și ordinul ei se face cu un comutator rotativ care are 18 poziții.

Caracteristicile tehnice sînt după cum urmează.

— *Curentul continuu* care se poate măsura este împărțit în 5 domenii: 50 μA — — 1 — 10 — 100 — 600 mA. Sensibilitatea sau căderea de tensiune este de 0,1 — 0,6 Vcc iar clasa de precizie de 2,5%. Măsurătorile se execută în funcție de domeniu prin intermediul șunturilor $R_1 - R_4$ și a rezistențelor serie cu instrumentul indicator $R_5 - R_{10}$.

— *Tensiunea continuă* măsurabilă este cuprinsă în domeniile 3 — 30 — 100 V cu 20 000 Ω/V și 300—600 V cu 5 000 Ω/V. Clasa de precizie este de 2,5%. Realizarea impedanței interne cu valorile menționate se face prin rezistențele $R_{11} - R_{17}$.

— *Tensiunea alternativă* se poate măsura în domeniile 30 — 100 — 300 — 600 V cu o sensibilitate de 5 000 Ω/V și clasă de precizie de 5%. Impedanța internă este dată, în funcție de domeniu, de rezistențele $R_{11} - R_{17}$. Diodele D_1 și D_2 constituie redresorul dublu alternanță care furnizează

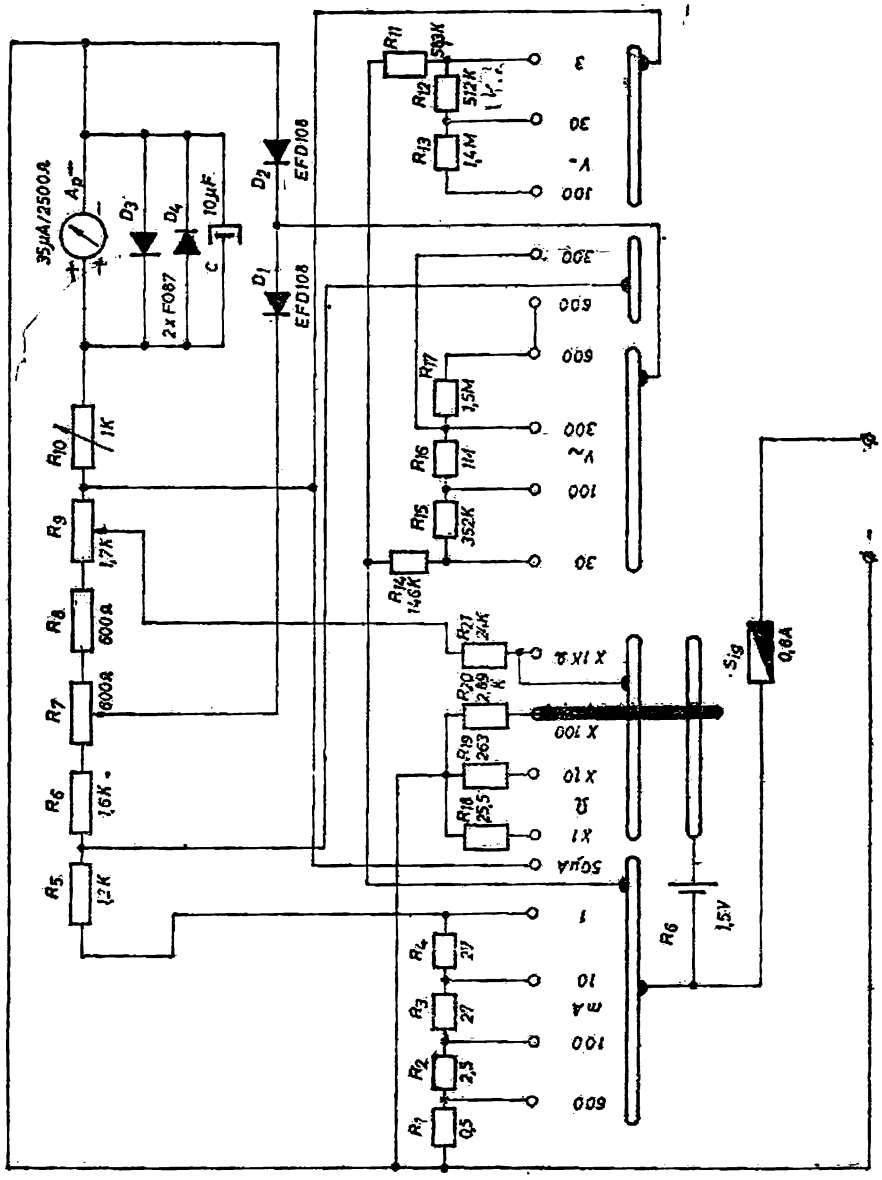

Fig. 5.12. Schema de principiu a instrumentului universal MAVO 2.

instrumentului indicator curenți medii proporționali cu valorile eficace în care sînt gradate scalele de c.a.
Diodele D_3 și D_4 ca și condensatorul de filtraj C șuntează componentele alternative rezultate în urma redresării. Totdeodată condensatorul C (electrolitic) prin procesul lent de încărcare, asigură o mișcare lentă a acului indicator. Erorile sînt în limita admisă dacă frecvența este cuprinsă între 45 Hz și 1 KHz cu distorsiuni sub 2%.
Rezistențele se măsoară în curent continuu pe domeniile: $\times 1 = 0-2$ KΩ; $\times 10 = 0-20$ KΩ; $\times 100 = 0-200$ KΩ; $\times 1\,000 = 0-2$ MΩ. Determinările se fac cu ajutorul unei baterii uscate $R6$ de 1,5 V și a rezistențelor adiționale $R_{13}-R_{21}$. Etalonarea capului de scală (zero ohmi) se realizează cu potențiometrul accesibil din exterior R_9.
Capacitatea condensatoarelor se poate măsura informativ în gama de valori cuprinsă între 1 μF și 15 μF cu ajutorul unor scări de conversie a rezistențelor în capacități. Determinarea presupune etalonarea punctului de zero pe poziția de ohmetru prin scurtcircuitarea fișelor după care se conectează condensatorul ce trebuie măsurat (descărcat în prealabil). Acul indicator va devia spre dreapta după care va reveni în poziția de repaus. În continuare se inversează brusc fișele obținînd o nouă deviere spre dreapta dar de valoare mai mare, după care acul indicator va reveni la zero. Reținînd cea de a doua deviație maximă, prin intermediul scării de conversie se poate stabili valoarea capacității condensatorului.

Instrumentul universal de măsură MAVO 35 este un multimetru analogic de precizie destinat să măsoare curenți și tensiuni continue și alternative, rezistențe în c.c. și nivel de semnal AF. Este utilizat atît în laboratoare cît și în producția de aparatură radioelectronică sau service. Aparatul are două borne polarizate în care se introduc fișele de măsură iar selectarea funcțiilor și a domeniilor de măsură se execută cu ajutorul unui comutator rotativ. Instrumentul indicator magnetoelectric este de 45 μA/400 Ω. Principalele caracteristici tehnice sînt după cum urmează.
Curentul continuu se poate măsura în domeniile 50—250 μA, 1—5—25—100 mA, 1—5 A cu o clasă de precizie de 1%.
Curentul alternativ măsurabil este împărțit în domeniile 2,5—25—250 mA—1—5 A cu o precizie de 2,5%.
Tensiunea continuă se poate măsura cu 20 000 Ω/V în gamele 75 mV — 1—2,5—10—25—100—250—500—1 000 V. Clasa de precizie este de 1,5% pentru 75 mV și de 1% pentru celelalte domenii.
Tensiunea alternativă se măsoară în domeniile de 2,5—10 V cu 400 Ω/V și 50—250—500—1 000 V cu 2 000 Ω/V. Precizia este de 2,5% pentru gama de 2,5 V și de 1,5% pentru celelalte atunci cînd frecvența este între 45—1 000 Hz și distorsiunile sînt sub 2%. În domeniul 1—5 KHz eroarea este cca 3%.
Rezistențele care se pot măsura sînt împărțite în mai multe domenii: $\Omega \times 1$; $\Omega \times 10$; $\Omega \times 100$; $\Omega \times 1$K; $\Omega \times 10$ KΩ. Pe primele 4 game se utilizează o baterie de 1,5 V tip R 20 iar pentru ultima, o baterie de 15 V tip 10F20. Pentru măsurarea rezistențelor mici este prevăzut domeniul D ohmi cu valoarea centrală de 2,4 Ω.
Nivelul semnalului de AF se măsoară în unități relative (dB) față de nivelul absolut pentru tensiune: 0 dB. Acesta este dat de puterea de 1 mW disipată de o rezistență de 600 Ω cînd căderea de tensiune pe rezistență este de 0,775 V. Măsurătoarea se execută pe o scală separată trasată pe baza calculelor și corespunde poziției comutatorului de 2,5 V tensiune

alternativă. Pentru tensiuni mai mari, se aleg în mod corespunzător domenii de măsurare mai mari iar la indicația aparatului se va adăuga o valoare constantă conform tabelului 5.1.

Tabelul 5.1.

Domeniul de măsurare tensiune alternativă	Valoarea care se adaugă la valoarea citită în dB	Domeniu de măsurare în dB
2,5 V	0	−10~+10
10 V	12	2~22
50 V	26	16~36
250 V	40	30~50

Multimetrul se poate astfel folosi pentru măsurarea unei linii de comunicații de 600 Ω care dacă este adaptată la cele două capete rezultatele se citesc în dB. Nivelul relativ de tensiune se obține scăzînd din valoarea măsurată în dB a tensiunii de ieșire, valoarea măsurată în dB a tensiunii de intrare. Dacă rezultatul este pozitiv, linia de comunicație realizează o amplificare iar dacă este negativă, introduce o atenuare.

În cazul în care semnalul de AF conține o componentă continuă, ea trebuie suprimată prin conectarea în serie cu borna pozitivă a unui condensator de 0,1 μF.

5.3. Multimetre numerice.

Aceste multimetre fac parte din categoria aparatelor digitale unde mărimea care se măsoară se poate citi comod, cu mare precizie, sub forma unor cifre afișate pe un dispozitiv numit *display*. Acesta este realizat cu tuburi cu descărcări în gaz (Nixie), diode LED sau cristale lichide. Tuburile Nixie, numite și digitroane, sînt tuburi cu gaz care au zece catozi în formă de cifre și un singur anod. Catozii sînt comandați de o matrice decodificatoare realizată cu dispozitive semiconductoare (fig. 5.13). Amorsarea unei descărcări

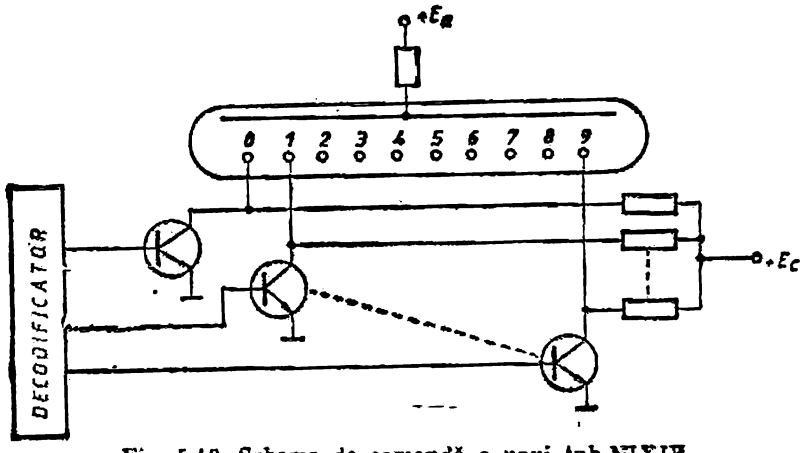

Fig. 5.13. Schema de comandă a unui tub NIXIE.

luminescente are loc atunci cînd tensiunea dintre anod și unul din catozi depășește tensiunea de aprindere specifică gazului care este de ordinul sutelor de volți. Pentru aceasta trebuie ca decodificatorul să producă intrarea în saturație a unuia dintre tranzistoare și să le blocheze pe celelalte. Catodul care se găsește în colectorul tranzistorului conductiv, va fi practic conectat la masă permițînd închiderea circuitului și amorsarea descărcării dacă $E_a > U_{aprindere}$. Tuburile Nixie au un consum de ordinul miliamperilor și o durată de funcționare de sute de mii de ore.

Diodele electroluminescente (LED) au avantajul unor tensiuni de alimentare mici asigurînd o bună compatibilitate cu circuitele integrate. Un dispozitiv de afișaj cu diode LED este compus din mai multe secțiuni identice (numărul lor este dictat de precizia cerută măsurărilor). Comanda se realizează cu ajutorul unui „generator de caractere". Ambele sisteme se bazează pe transformarea energiei electrice în energie luminoasă.

Cristalele lichide utilizează un principiu complet diferit caracterizat prin următoarele: sub influența unui cîmp electric, substanța devine mai mult sau mai puțin transparentă, lăsînd să treacă mai mult sau mai puțin lumina unei surse exterioare (de regulă lumina mediului ambiant). Dacă primele două sisteme de afișaj consumau energie electrică, afișajul cu cristale lichide „modulează" lumina și funcționează practic fără consum de putere. Dintre avantajele acestui sistem putem menționa: compatibilitate cu circuitele integrate d.p.v. al tensiunilor de alimentare, contrast bun proporțional cu luminozitatea mediului ambiant, cost redus.

Dezavantajele principale constau în durată de funcționare relativ limitată (zeci de mii de ore), viteză de comutare redusă (milisecunde — zeci de ms). Ca și în sistemul cu diode LED, cifrele sînt formate din 7 segmente. În continuare se va descrie multimetrul numeric E-0302 produs de întreprinderea IEMI București. El este realizat cu circuite integrate și semiconductoare cu siliciu, tuburi Nixie, fiind destinat măsurării tensiunilor continue și alternative, curenților continui și alternativi precum și a rezistențelor.

Caracteristicile tehnice ale aparatului sînt prezentate în continuare.

— *Tensiunile continue* măsurabile sînt în gama 100 μV — 1 000 V cu o precizie de ±0,1 ct și 0,1% cs (ct = citire; cs = cap de scală). Rezoluția în funcție de scala de măsură este cuprinsă între 1—100 mV.

— *Tensiunile alternative* se pot măsura în gama 45 Hz — 20 KHz de la 0,2 V_{ef} la 350 V_{ef} cu o precizie de cca 1%ct și ±0,3%cs.

— *Curenții continui* care se pot măsura sînt în domeniul 0,2 mA — 1 A, precizia fiind de ±0,2%ct, ±0,1%cs iar rezoluția în funcție de scară este între 0,1 μA și 1 mA.

— *Curenții alternativi* cu frecvențele între 45 Hz și 10 KHz se pot măsura în limitele de valori cuprinse între 0,2 mA — 1 A cu o precizie de ±0,7%ct și ±0,2%cs.

— *Rezistențele* se pot măsura pe scări cu indicația maximă cuprinsă între 0,2 KΩ și 2 MΩ rezoluția fiind în mod corespunzător între 0,1 Ω și 1 KΩ. Precizia este de 0,5%ct și 0,1cs.

— *Capătul de scală* corespunde cifrei 1999 iar depășirea gamei este semnalizată prin clipirea unui bec cu neon așezat în stînga afișajului.

— *Alimentare:* 220 V ± 10% (50 Hz). Putere absorbită 30 VA.

Schema bloc a multimetrului este prezentată în fig. 5.14.

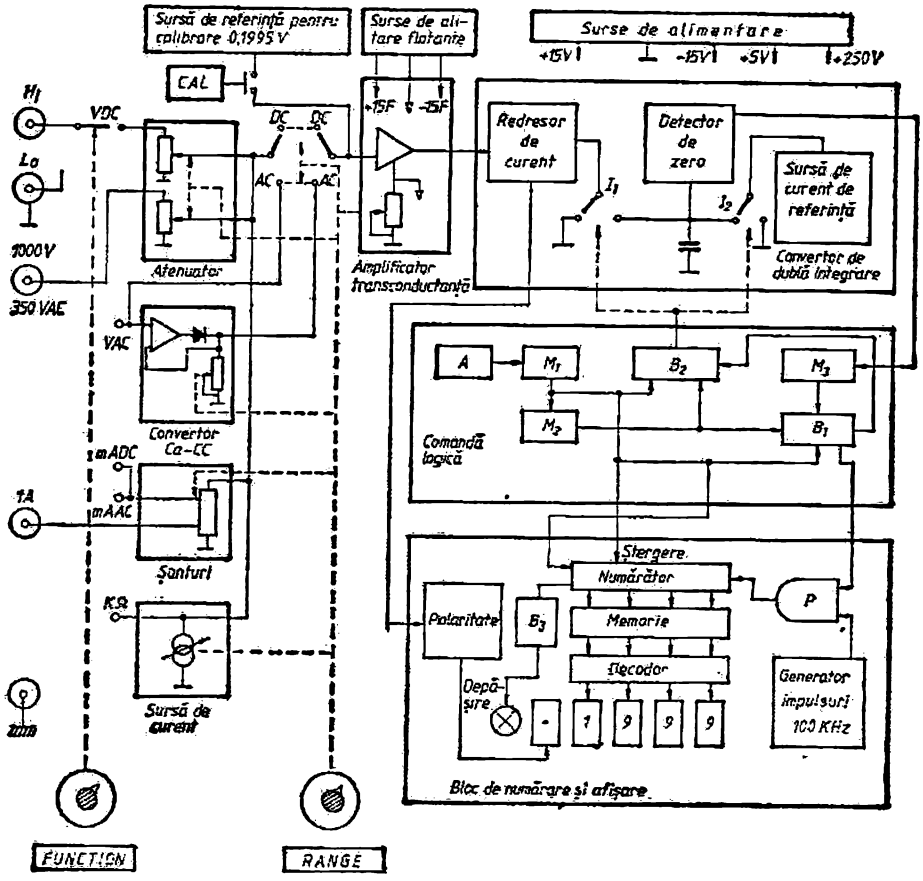

Fig. 5.14. Schema bloc a multimetrului numeric E-0302.

Mărimile care trebuiesc măsurate se aplică bornelor Hi (punct cald) și L_0 (punct rece). Selecția lor se realizează cu un comutator frontal notat cu FUNCTION. Atenuatoarele de intrare servesc pentru măsurarea tensiunilor continue și alternative pe scările $\geqslant 2$ V. Tensiunile mai mari de 200 V se măsoară cu o bornă și un atenuator separat.

Măsurarea tensiunilor alternative se realizează cu ajutorul unui convertor care le transformă în c.c.

Pentru măsurarea curenților continui și alternativi la intrare sînt prevăzute șunturi. Curenții cuprinși în domeniul 0,2—1 A se măsoară la o bornă separată.

Funcționarea multimetrului ca ohmetru se face prin intermediul unei surse de curent constant dispuse la intrarea aparatului care convertește rezistențele într-o tensiune continuă.

Domeniile de măsură ale mărimilor sînt selectate cu ajutorul unui comutator dispus pe panoul frontal notat cu RANGE.

După circuitele de intrare urmează un amplificator de c.c. care este un amplificator transconductanță. Rolul lui este de a converti tensiunea de măsurat într-un curent proporțional și totodată asigură o impedanță mare de intrare a aparatului. Curentul de ieșire al acestui amplificator este preluat de un redresor de curent care încarcă liniar un condensator de integrare.

Descărcarea lui se face printr-un curent furnizat de o sursă de referință. În momentul cînd condensatorul s-a descărcat complet, ieșirea detectorului de zero reia starea de la începutul integrării și numărarea impulsurilor de la generatorul de impulsuri se oprește. Comutatoarele statice I_1 și I_2 fac posibilă încărcarea și respectiv descărcarea condensatorului integrator. Se precizează că încărcarea condensatorului are loc pe o durată fixă de 20 ms care este determinată de totalizarea unui număr de 2 000 impulsuri la numărător. Durata descărcării însă este proporțională cu mărimea de intrare.

Funcționarea este asigurată de un bloc de comandă logică care este compus din: astabilul de reciclare A, monostabilul pentru ștergere M_1, monostabilul M_2 care dă comanda de START a perioadei de măsurare și bistabilele B_1, B_2. Astabilul de reciclare determină reluarea ciclului de măsurare la intervale de maximum 300 ms.

Poarta din blocul de numărare și afișare este deschisă de la începutul integrării pînă la comanda de închidere primită de la detectorul de zero prin intermediului monostabilului M_3. Ea este comandată de bistabilul B_1 și un generator de impulsuri de 100 KHz.

Impulsurile de la generator trec prin poarta P numai în perioada de integrare spre numărătorul care totalizează aceste impulsuri. În continuare, prin intermediul memoriei și decodorului, sînt comandate patru tuburi Nixie pentru afișarea valorii măsurate.

De la redresorul de curent din convertorul cu dublă integrare se merge și la un circuit pentru detectarea polarității („+" sau „—") care comandă un alt tub Nixie. Acesta mai indică și semnul „~" la măsurarea mărimilor alternative.

Blocul de numărare și afișare cuprinde și un bec cu neon care semnalizează depășirea domeniului de măsură corespunzător cifrei maxime afișate 1999. El este comandat de la blocul de numărare prin intermediul bistabilului B_3. Calibrarea aparatului se efectuează prin apăsarea unui buton de pe panoul frontal și acționarea potențiometrului de calibrare pînă cînd se afișează indicația 1995 care nu depinde de pozițiile comutatoarelor de funcții și game. Sursa de referință pentru calibrare conține o diodă Zener care furnizează o tensiune de 0,1955 V.

Alimentarea circuitelor se face din mai multe surse: o sursă de tensiune stabilizată de ± 15 V flotantă pentru amplificatorul de intrare, o sursă stabilizată de ± 15 V și $+5$ V pentru celelalte circuite și o sursă de $+250$ V necesară tuburilor Nixie.

5.4. Osciloscopul catodic.

Osciloscopul catodic este un aparat care permite vizualizarea formei semnalelor în funcție de timp. Calitățile sale de bază sînt impedanța de intrare ridicată, gamă largă de frecvență, precizie bună.

Clasificarea osciloscoapelor se poate face după mai multe criterii:

— după banda de frecvență există osciloscoape de *timp real* (0-sute MHz) și cu *eșantionare* (pînă la 20 GHz):

— după caracteristicile tubului catodic (cu sau fără memorie);

— după numărul de semnale ce se pot vizualiza simultan (cu unul sau două spoturi);

— după posibilitățile de transformare a datelor în cod numeric.

5.4.1 Schema bloc a unui osciloscop catodic

Schema bloc a unui osciloscop catodic se prezintă ca în fig. 5.15

Elementul principal al unui osciloscop este tubul catodic ce conține în interior două perechi de plăci perpendiculare (verticale și orizontale) care datorită diferențelor de potențial aplicate, realizează deflexia electrostatică a spotului de electroni.

De regulă vizualizarea formei unui semnal se face prin aplicarea acestuia pe plăcile orizontale urmînd ca pe plăcile verticale să se aplice o tensiune proporțională cu timpul care are forma unor dinți de fierăstrău. Semnalul, ce trebuie vizualizat, se aplică pe borna de intrare marcată cu V, prin intermediul unei sonde divizoare de tensiune (1/10; 1/50; 1/100) care are rolul de a mări impedanța de intrare și în felul acesta se influențează în mică măsură circuitele care se studiază. Intrarea poate fi — prin acționarea unui comutator (K_1), în c.a. sau în c.c. În situație cînd componenta continuă este preluată, se pot vizualiza semnale lent variabile în timp sau se pot determina diverse nivele față de axa de 0 volți.

Semnalele care urmează a fi vizualizate se aplică plăcilor orizontale ale tubului catodic de la ieșirea unui amplificator de deflexie pe verticală. Regimul de lucru al acestuia trebuie să fie ales astfel încît pentru deviația maximă a spotului pe ecran, funcționarea sănu iasă din domeniul liniar și imaginea să nu fie deformată. Deasemenea banda de frecvență trebuie să fie suficient de largă pentru ca forma și amplitudinea să fie reproduse corect. Acest lucru este deosebit de important la vizualizarea fronturilor impulsurilor.

Amplificatoarele trebuie să aibă posibilitatea reglării fine și în trepte a amplificării astfel încît traseul descris de spot pe ecran să se încadreze în limitele ce permit o vizualizare optimă. Acest lucru se realizează deobicei printr-un atenuator calibrat montat la intrare.

Etalonarea (calibrarea) canalului pe verticală (sondă de măsură, atenuator, amplificator pe verticală) se realizează de regulă cu ajutorul unui potențiometru accesibil dinspre panoul frontal utilizînd un semnal sub formă de impulsuri (1 KHz) cu amplitudine bine determinată și care este generat intern.

Pentru determinarea formei tensiunii care trebuie aplicate plăcilor verticale în scopul reproducerii pe ecran a semnalului de pe plăcile de deflexie

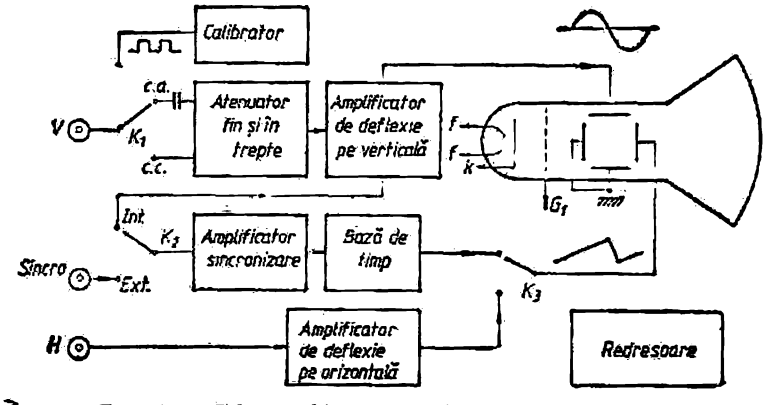

Fig. 5.15. Schema bloc a unui osciloscop catodic.

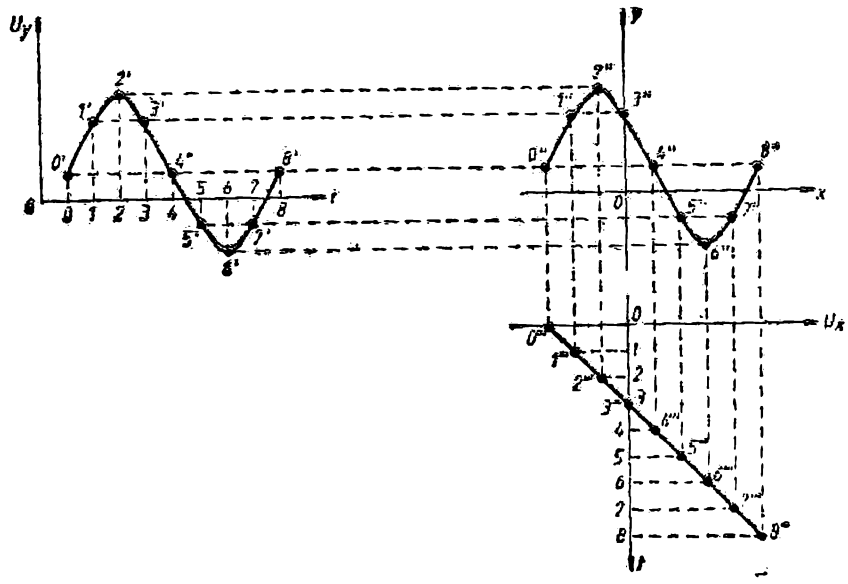

Fig. 5.16. Determinarea formei tensiunii bazei de timp.

orizontale, se pleacă de la ideea că axa verticală (y) a ecranului tubului catodic reprezintă variația de amplitudine iar axa orizontală (x) timpul în care are loc evoluția semnalului.

Prin construcția grafică din fig. 5.16 se demonstrează că tensiunea necesară plăcilor verticale trebuie să fie liniar crescătoare. Ea este furnizată de baza de timp.

Dacă semnalul electric care se vizualizează este periodic în timp, atunci și tensiunea de baleiaj orizontală trebuie să fie periodică. Forma ideală a tensiunii de baleiaj este prezentată în fig. 5.17. În intervalul de timp t_1, spotul parcurge axa orizontală cu viteza constantă de la stînga la dreapta, iar în intervalul de timp t_2, el se întoarce rapid în poziția inițială. Datorită vitezei mari de întoarcere urma nu este vizibilă pe ecran. Totuși la unele tipuri de osciloscoape ștergerea completă se realizează aplicînd pe grila de comandă a tubului catodic impulsuri negative de blocarea spotului cu durata t_2.

Pentru ca imaginea de pe ecranul tubului catodic să fie stabilă trebuie ca frecvența semnalului de vizualizat să fie egală (sau un multiplu întreg) cu frecvența bazei de timp. În practică între cele două frecvențe există mici variații care fac ca imaginea să alunece pe ecran sau să fie neinteligibilă.

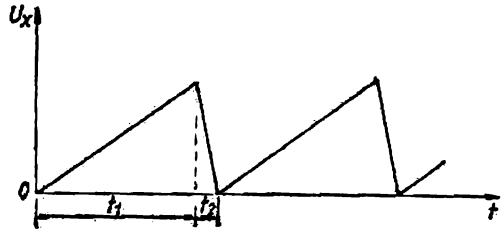

Fig. 5.17. Forma tensiunii de deflexie pe orizontală.

Stabilitatea raportului dintre cele două frecvențe este asigurată de circuitele de sincronizare care injectează semnal de vizualizat într-un punct al schemei bazei de timp.

Marea majoritate a osciloscoapelor sînt prevăzute cu un comutator K_2 prin intermediul căruia sincronizarea se asigură intern (cu semnal de vizualizat) sau extern. Sincronizarea externă se utilizează de obicei pentru vizualizarea semnalelor complicate ca de exemplu semnalul videocomplex TV. În acest caz sincronizarea bazei de timp se poate face cu impulsuri de sincronizare sau stingere linii sau cadre.

Perioada de repetiție a tensiunii în dinte de fierăstrău a bazei de timp poate fi modificată în trepte sau fin cu ajutorul unui comutator și un potențiometru. Ca și în cazul deflexiei pe verticală, și aici se pune problema calibrării axei orizontale. Pentru aceasta se utilizează un element de reglaj special prevăzut precum și impulsurile de calibrare generate intern, a căror durată este bine stabilită.

La multe tipuri de osciloscoape există posibilitatea deconectării, cu un comutator K_3, a bazei de timp interne și aplicarea pe plăcile verticale, prin intermediul unui amplificator, a unui semnal extern H. Aceasta permite utilizarea osciloscopului la măsurarea frecvențelor, a gradului de modulație sau ca dispozitiv de vizualizare a semnalelor vobulate.

● **Măsurarea frecvențelor și a defazajelor** cu ajutorul osciloscopului catodic se face aplicînd pe intrarea amplificatorului de deflexie orizontală (H) un semnal cunoscut cu frecvența f_H, iar pe intrarea amplificatorului de deflexie pe verticală (V), semnalul cu frecvența care trebuie determinată f_x. Pe ecranul osciloscopului vor apare curbe numite figurile Lissajous (fig. 5.18).

Frecvența necunoscută f_x se determină din raportul celor două frecvențe care se poate citi pe ecran. Pentru aceasta curba se taie cu două linii, una orizontală și alta verticală, prin locurile unde dau un număr maxim de intersecții (fig. 5.18*a*).

Dacă frecvențele sînt egale pe ecran apare o linie, un cerc sau o elipsă în funcție de defazajul relativ al celor două semnale (fig. 5.18*b*). Compararea a două frecvențe se poate face comod atunci cînd acestea nu sînt într-un raport prea mare (de ordinul 10 cel mult). Dacă N_H este numărul de intersecții pe orizontală, N_V numărul de intersecții pe verticală, f_H o frecvență etalon determinată iar f_x frecvența necunoscută, se demonstrează că întotdeauna există relația:

$$N_H \cdot f_H = N_V \cdot f_x \tag{5.5}$$

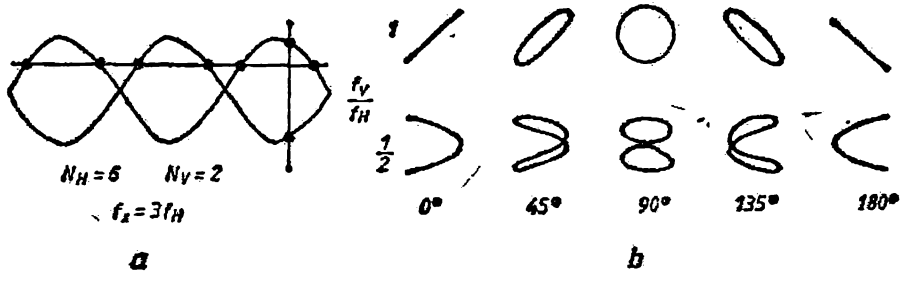

Fig. 5.18. Măsurarea frecvențelor cu osciloscopul.

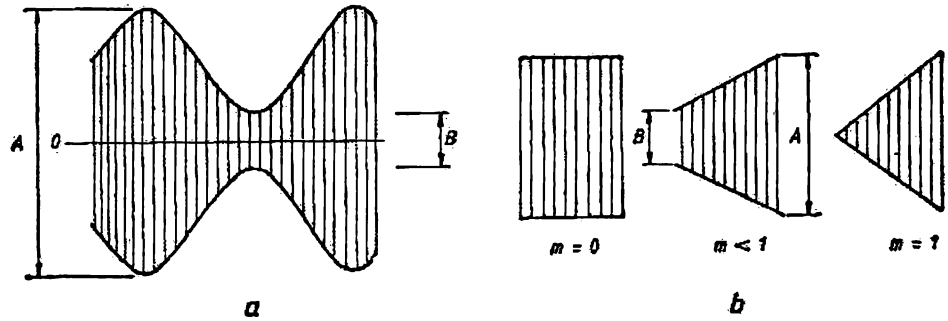

Fig. 5.19. Măsurarea gradului de modulație a semnalelor MA.
a — metoda directă; *b* — metoda trapezului.

● **Măsurarea gradului de modulație** pentru semnale modulate în amplitudine se poate realiza direct prin aplicarea semnalului la intrarea V; osciloscopul se reglează pînă apare o curbă ca în fig. 5.19*a*. Luînd cele două dimensiuni A și B se poate calcula:

$$m = \frac{A - B}{A + B} \tag{5.6}$$

Dacă la borna V se aplică semnalul modulat iar la borna H semnalul modulator, atunci pe ecran apare o imagine sub formă de trapez și de aceea metoda de măsură se numește metoda trapezului (fig. 5.19*b*). Calculul gradului de modulație se face cu relația (5.6) unde A și B au semnificația dată în fig. 5.19*b*.

5.4.2. Tubul catodic și circuitele anexă

Tubul catodic este un tub cu vid unde fasciculul de electroni suferă o deflexie datorită semnalului care se vizualizează, imprimînd pe ecranul fluorescent o dîră luminoasă. Clasificarea lor se poate face după numărul de fascicole (unul sau mai multe), după tipul deflexiei (electrostatică sau electromagnetică), după structura plăcilor de deflexie (paralele, curbele, segmentele), după timpul de păstrare a imaginii (normale, cu memorie, cu persistență variabilă).

În fig. 5.20 este prezentată structura unui tub catodic cu un singur spot și deflexie electrostatică.

Generarea fasciculului de electroni se face cu ajutorul unui tun electronic compus din ansamblul: catodul emisiv (K) încălzit de filament, grila de comandă G_1 numită și cilindru Wehnelt, anodul de accelerare A_1. Intensitatea fasciculului este controlată de potențialul grilei G_1 care este negativ față de catod. Potențiometrul P_1 constituie reglajul de strălucire al osciloscopului. Anodul de accelerare A_1 are față de catod un potențial ridicat (sute, mii de volți). Lentila electrostatică, formată din anozii A_2 și A_3, are ca rol realizarea unui spot de dimensiuni minime (P_2 este reglajul de focalizare) și cu formă circulară, pe toată suprafața ecranului (P_3 este reglajul de astigmatism). Devierea fasciculului de electroni se realizează prin aplicarea de semnale pe plăcile orizontale și verticale care creiază un cîmp electrostatic de deflexie. Totodată, în afara tensiunilor variabile, plăcilor li se aplică și

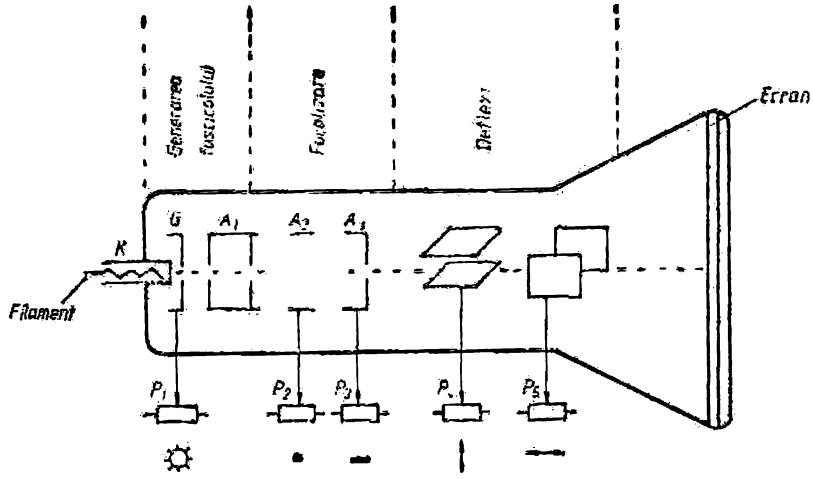

Fig. 5.20. Structura unui tub catodic cu un singur spot și deflexie electrostatică.

tensiuni continue, reglabile cu potențiometrele P_1 și P_5, care au rolul de centrare a imaginii.

Ecranul tubului catodic este format dintr-un strat de luminofor (fosfor) depus în interior. Electronii bombardînd ecranul, are loc un proces de transformare a energiei lor în energie luminoasă determinînd fenomenul de fluorescență. Ecranul continuă să strălucească un timp și după încetarea fluxului de electroni iar fenomenul se numește fosforescență.

Pe suprafața interioară, luminoforul este aluminizat, adică are depus un strat de aluminiu gros de ordinul micronilor. Rolul lui este de a reduce viteza de impact a electronilor micșorîndu-se astfel pericolul arderii luminoforului și totodată se mărește strălucirea imaginii prin reflectarea către exterior a radiației luminoase.

Conul de sticlă al tubului are în interior depus un strat conductor care este legat la un potențial ridicat. El culege electronii proveniți din emisia secundară a ecranului fluorescent și se împiedică astfel încărcarea acestuia cu sarcini negative.

5.4.3. Sincroscopul

Sincroscopul reprezintă un tip de osciloscop perfecționat care permite vizualizarea și studierea semnalelor neperiodice (impulsuri). Elementul caracteristic este *baza de timp declanșată*. Intrarea ei în funcție este comandată de semnalul de vizualizat și execută un singur ciclu după care revine în poziția inițială așteptînd o nouă comandă care poate veni la intervale de timp egale sau neegale.

Schema bloc a bazei de timp declanșată este prezentată în fig. 5.21 iar formele de undă specifice în fig. 5.22.

Comparatorul de tensiune compară tensiunea de vizualizat U_x cu o tensiune continuă U_N stabilită cu ajutorul unui buton (accesibil pe panoul frontal) care este inscripționat cu NIVEL. Pe durata în care $U_x > U_N$, comparatorul furnizează la ieșire o tensiune ridicată astfel că vor rezulta impulsuri sincrone cu semnalul care se studiază (oscilograma 2 din fig. 5.22).

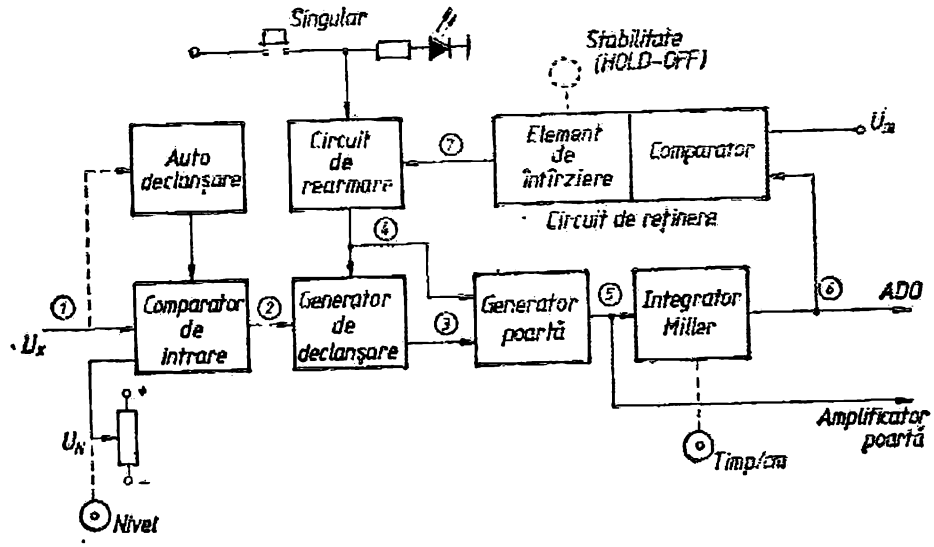

Fig. 5.21. Schema bloc a bazei de timp declanşate.

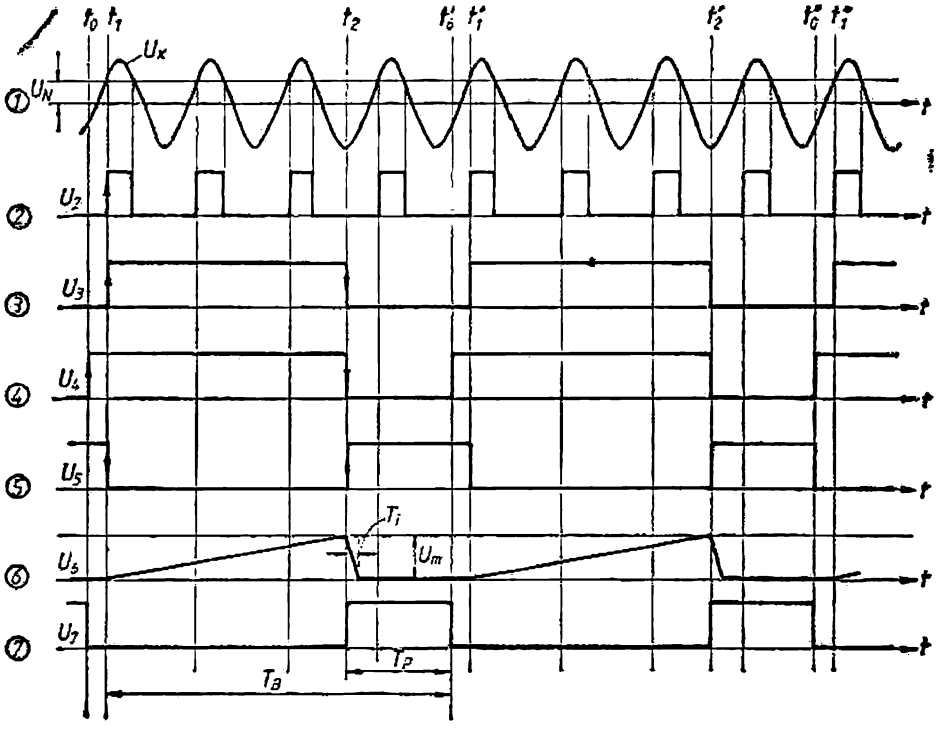

Fig. 5.22. Formele de undă specifice schemei bloc din fig. 5.21.

În lipsa semnalului intră în funcțiune un circuit de autodeclanșare care livrează comparatorului un semnal de frecvență oarecare pentru menținerea în funcție a bazei de timp. Se evită astfel apariția pe ecran a unui punct luminos (periculos pentru luminofor).

Impulsurile de la ieșirea comparatorului de intrare sînt aplicate unui generator de declanșare care este un circuit bistabil. Basculareа acestuia este produsă de frontul anterior al impulsurilor 2 cu condiția ca tensiunea $U_4 > 0$. Rezultă că în intervalul de timp $t_1 - t_2$, la ieșirea generatorului de declanșare se obțin impulsuri pozitive conform oscilogramei 3. În continuare urmează un generator poartă ce comandă un integrator Miller. Poarta este un circuit ȘI-NU care furnizează la ieșire un semnal $U_5 = 0$, atîta timp cît U_3 și U_4 sînt amîndouă pozitive (oscilograma 5). Prin integrarea semnalului U_5 se obține o tensiune liniar crescătoare care se aplică amplificatorului de deflexie pe orizontală (oscilograma 6). Totdeodată semnalul U_5 este trecut printr-un amplificator inversor poartă și apoi este aplicat grilei de comandă a tubului catodic realizîndu-se pozitivarea ei pe cursa directă și negativarea puternică (blocare) pe durata cursei inverse și a pauzei.

Semnalul U_6 liniar crescător este aplicat unui comparator împreună cu o tensiune U_m stabilită de operator. La momentul t_2, tensiunea U_6 devine egală cu Um și comparatorul comandă elementul de întîrziere care de fapt este un circuit monostabil. El livrează un impuls pozitiv cu durată reglabilă (de către operator) care constituie timpul de pauză T_p.

Comparatorul împreună cu elementul de întîrziere formează circuitul de reținere (Hold-off) acționat din exterior cu un buton inscripționat prin STABILITATE. Frontul ascendent al semnalului U_7 determină frontal descendent al semnalului U_4 produs de circuitul de rearmare, și ca urmare generatorul de declanșare se blochează (U_3 la momentul t_2, devine 0). Integrarea se oprește urmînd timpul invers T_i și timpul de pauză T_p. Reclanșarea bazei de timp în acest interval nu este posibilă întrucît $U_4 = 0$. După expirarea timpului T_p, U_4 devine pozitivă (momentul t'_0). Impulsul pozitiv U_2 care apare la momentul t'_1 determină basculareа generatorului de declanșare ($U_3 > 0$) astfel că poarta și integratorul Miller încep din nou să funcționeze.

Printr-un buton cu autoreținere (SINGULAR) circuitul de rearmare poate comanda o singură declanșare a bazei de timp. Funcționarea este semnalizată cu o diodă LED.

Necesitatea unui timp de reținere reglabil se justifică în cazul vizualizării unor trenuri de impulsuri care se succed la intervale de timp neregulate.

5.4.4. Caracteristicile tehnice ale osciloscoapelor.

Producătorul de osciloscoape în R.S.R. este întreprinderea IEMI împreună cu ICSITE București. Tipurile produse sînt codificate după cum urmează.

E-0101 — Osciloscop de serviciu cu tuburi electronice.
E-0102 — Osciloscop universal.
E-0103 — Osciloscop de laborator cu sertare interșarjabile. Este fabricat în mai multe variante: cu două canale Y, bază de timp simplă, bază de timp dublă etc.
E-0104 — Osciloscop portabil.
E-0105 — Osciloscop de 100 MHz.
E-0106 — Osciloscop cu memorie.

În continuare se vor prezenta caracteristicile tehnice ale osciloscoapelor curent utilizate: E-0102 și E-0104.

● **Osciloscopul E-0102**

— Dimensiunile utile ale ecranului: 5×7 cm
— Banda de trecere a amplificatorului vertical: 0—10 MHz.
— Rezistența de intrare a amplificatorului vertical: 10^6 Ω.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea amplificatorului vertical: 250 Vvv.
— Banda de trecere a amplificatorului orizontal: 0—1 MHz.
— Rezistența de intrare a amplificatorului orizontal: $\geqslant 3 \cdot 10^5$ Ω.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea amplificatorului orizontal: 100 Vvv.
— Rezistența intrării de sincronizare exterioară: $\geqslant 10^6$ Ω.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea de sincronizare exterioară: 50 Vvv.
— Tensiunea de alimentare: 220 V ± 10% c.a. sau 24 V ± 10% c.c.
— Puterea consumată: ⩽ 35 VA.
— Domeniul temperaturilor mediului ambiant: (+ 5 ÷ + 40) °C.
— Greutate ⩽ 11 kg.

● **Osciloscopul E-0104**

— Dimensiunile utile ale ecranului: 4×5 cm.
— Banda de trecere a amplificatorului vertical: 0—10 MHz.
— Rezistența de intrare a amplificatorului vertical: 10^6 Ω.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea amplificatorului vertical: 250 Vvv.
— Banda de trecere a amplificatorului orizontal: 0—0,5 MHz.
— Rezistența de intrare a amplificatorului orizontal: $\geqslant 10^5$.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea amplificatorului orizontal: 100 Vvv.
— Rezistența intrării de sincronizare exterioară: $\geqslant 10^5$.
— Tensiunea maximă admisibilă la intrarea de sincronizare exterioară: 100 Vvv.
— Tensiunea de alimentare: 220 V±10% c.a. sau 10—15 V c.c.
— Puterea consumată: ⩽ 18 VA.
— Domeniul temperaturilor mediului ambiant: (+5 ÷ + 40) °C.
— Greutate: ⩽ 6 kg.

5.4.5 Sonde de măsură pasive.

Sondele de măsură sînt accesorii cu ajutorul cărora semnalul ce trebuie vizualizat este aplicat la intrarea unui osciloscop. Ele pot fi cu cuplaj direct 1 : 1 sau divizoare — în majoritatea cazurilor cu raportul 1 : 10. O sondă de măsură 1:1, în principiu, este constituită dintr-un vîrf care permite o conectare comodă în punctele de măsură, un cablu ecranat (coaxial), și o mufă (BNC) de cuplaj cu intrarea *Y* a osciloscopului. Sondele divizoare se utilizează atunci cînd tensiunile vizualizate au o amplitudine vîrf la vîrf mai mare ca tensiunea maximă admisă pe intrarea osciloscopului sau cînd se vizualizează impulsuri cu fronturi abrupte. Față de sondele 1 : 1, ele sînt dotate în plus cu o cutie de compensare. În cazul cînd se studiază tensiuni sub formă de impulsuri cu fronturi drepte, — datorită impedanței de intrare a osciloscopului care este formată dintr-o rezistență mare (1 MΩ) în paralel

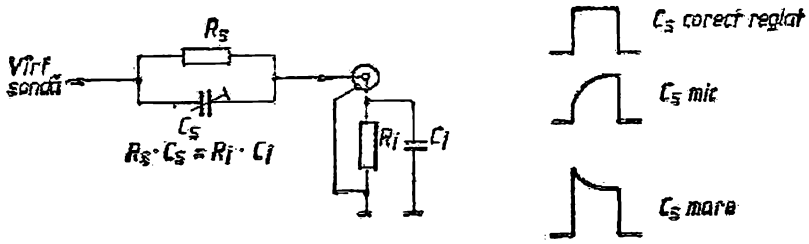

Fig. 5.23. Schema de principiu a unei sonde divizoare.

cu o capacitate (40 pF) la care se adună capacitatea cablului coaxial —, apare o atenuare a frecvențelor înalte manifestată pe ecran prin rotunjirea sau înclinarea fronturilor. De aceea sondele divizoare cuprind elemente de compensare la frecvențe înalte așa cum se prezintă în fig. 5.23.

Schema poate fi privită ca fiind formată din două divizoare în raportul dorit: unul pentru componenta continuă și frecvențe joase constituit de R_s și R_i, iar altul pentru frecvențe înalte dat de C_s (reglabil) și C_i. Echilibrarea se realizează cînd se îndeplinește egalitatea:

$$R_s \cdot C_s = R_i \cdot C_i \tag{5.7}$$

În fig. 5.24 sînt prezentate schemele bloc și de principiu al unei sonde divizoare 1 : 10 fabricate de IEMI.

Vîrful sondei conține o rezistență de valoare mare $R1$ în paralel cu o capacitate de o anumită valoare care împreună realizează o separare a punctului de măsură față de restul sondei și osciloscop. Cutia de compensare conține o rețea pasivă cu următoarele funcțiuni: adaptează cablul coaxial pe impedanța sa caracteristică, adaptează ansamblul la impedanța de intrare a osciloscopului. Reglajele $R2$ și $R3$ sînt efectuate din fabrică și este interzis a fi modificate. Condensatorul C_2 este accesibil printr-o gaură practicată în cutia de compensare.

Pentru a avea certitudinea unei măsurători corecte cu un osciloscop, trebuie efectuată o verificare prealabilă a compensării sondei. Aceasta se face prin conectarea vîrfului sondei la calibratorul intern al osciloscopului iar intrarea amplificatorului vertical se comută pe c.c. Trimerul C_2 se acționează cu o șurubelniță pînă cînd se obține forma corectă din fig. 2.25.

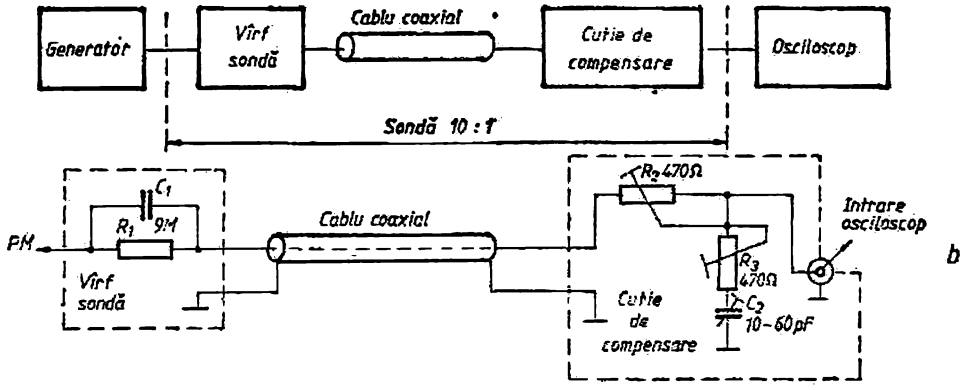

Fig. 5.24. Schema unei sonde divizoare 1:10 tip IEMI:
a — schema bloc; b — schema electrică.

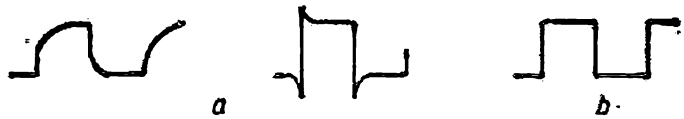

Fig. 5.25. Forma semnalului de calibrare vizualizat prin intermediul sondei divizoare 1:10:
a — incorect; *b* — corect.

5.5. Vobuloscopul.

Vobuloscopul este un aparat de măsură complex care reprezintă o combinație dintre: un vobulator, un osciloscop, un generator de marcare. Cu ajutorul lui se pot vizualiza caracteristicile amplitudine-frecvență ale filtrelor amplificatoarelor selective, selectoarelor de canale, blocurilor UUS etc. Axa y a curbei afișate pe ecran corespunde amplitudinii (măsurate în volți sau unități relative, dB) iar axa x este gradată în frecvență (spre deosebire de osciloscop unde ea corespunde timpului).

5.5.1. Vobulatorul

Vobulatorul numit prescurtat și vobler este un generator de semnal vobulat RF care funcționează pe un domeniu larg de frecvențe (de ex. 0,5—300 MHz; 0,5—1 000 MHz) sau pe domeniile specifice aparaturii radio-TV care sînt:
— domeniul FI — MA = (440÷480) kHz
— domeniul FI — S(TV) = (5÷7) MHz
— domeniul FI — MF = (10,5÷11) MHz
— domeniul FI — VS = (28÷42) MHz
— benzile I și II de TV = (48÷110) MHz
— banda III de TV = (160÷240) MHz
— benzile IV și V de TV = (460÷800) MHz.

Prin procesul de *vobulare* se înțelege varierea automată a unei frecvențe centrale de RF, în stînga și în dreapta, astfel că la ieșirea generatorului de semnal vobulat rezultă o tensiune sinusoidală a cărei frecvență variază în ritmul de 50 Hz (într-o secundă frecvența generatorului variază de la o valoare minimă la o valoare maximă de 50 ori). Deviația de frecvență, sau cu alte cuvinte vobularea semnalului de RF, trebuie să fie cît mai liniară și se obține cu ajutorul unei tensiuni în dinte de fierăstrău cu frecvența de 50 Hz. Acest lucru este important pentru o reproducere fidelă pe axa x a curbelor de selectivitate vizualizate.

Trebuie menționat că există vobulatoare la care vobularea se poate face cu o frecvență variabilă, inclusiv manual (în acest caz este posibilă ridicarea pe ecran a curbelor punct cu punct). Vobulatoarele utilizate în rețeaua de service, mai puțin pretențioase, au frecvența de vobulare fixă de 50 Hz, ea obținîndu-se electronic sau electromecanic.

Amplitudinea semnalului de RF trebuie să fie constantă pe tot domeniul vobulat. Nivelul este de cca 50—100 mV eficace și poate fi reglat cu ajutorul unui atenuator continuu sau în trepte în limite largi, de regulă între (0÷—60) dB.

Pe baza celor de mai sus se poate spune că un vobulator are următoarele comenzi specifice: un atenuator al nivelului de ieșire pe o impedanță nesimetrică standardizată (50—75 Ω), un comutator care permite alegerea brută

în trepte) a domeniului vobulat, un buton cu care se stabileşte frecvenţa centrală şi un alt buton care permite modificarea deviaţiei (stînga, dreapta) frecvenţei centrale a semnalului de RF.

Pentru exemplificare să considerăm cazul vizualizării curbei globale a amplificatorului FI-VS. Cu ajutorul butonului de selecţie în trepte se alege domeniul ce trebuie vobulat iar apoi se stabileşte frecvenţa centrală de 35 MHz. Deviaţia de frecvenţă va trebui reglată la cca 15 MHz ($\pm$7,5 MHz) ceea ce corespunde la o excursie a semnalului de RF vobulat între 27,5 şi 42,5 MHz astfel încît să se poată vizualiza şi atenuarea canalelor adiacente precum şi a rejecţiilor.

Semnalul cu nivel reglabil de la ieşirea vobulatorului se aplică, prin intermediul unei sonde de injecţie care realizează adaptarea şi separarea componentei continue, la intrarea etajului ce se studiază. Dacă acest etaj conţine circuite acordate cu o anumită bandă de trecere, el va amplifica semnalul vobulat mai mult în zona de rezonanţă şi mai puţin spre marginile caracteristicii. În consecinţă rezultă la ieşirea etajului o modulare (modificare) a amplitudinii semnalului proporţională cu forma de răspuns a circuitului selectiv. De exemplu, dacă se studiază un AFI-sunet TV, semnalul vobulat se aplică ca în fig. 5.26*a*. Considerînd că frecvenţa centrală a circuitelor selective este de 6,5 MHz şi banda de trecere la (—3 dB) de 0,3 MHz, atunci semnalul vobulat va fi amplificat la maxim cînd el are valoarea f_0 = 6,5 MHz şi foarte puţin amplificat la frecvenţele laterale de 6,1 MHz şi 6,9 MHz (fig. 5.26*c*).

Semnalul de ieşire (modulat în frecvenţă şi amplitudine) nu se poate vizualiza comod cu osciloscoapele obişnuite datorită benzilor de trecere reduse ale amplificatoarelor pe verticală. Problema este cu atît mai dificilă cu cît frecvenţa semnalului vobulat este mai mare (cazul AFI-VS, selectoare de canale, blocuri UUS etc.). Rezolvarea constă în culegerea semnalului (de la ieşirea etajului care studiază) prin intermediul unei sonde detectoare de modulaţie de amplitudine care extrage înfăşurătoarea semnalului sau cu alte cuvinte curba de selectivitate (fig. 26*b*). După modul de conectare al elementului detector se redresează alternanţele negative sau pozitive iar curba de selectivitate apare pe ecranul osciloscopului inversată faţă de axa orizontală, respectiv neinversată. Această curbă reproduce deci o tensiune cu frecvenţa de 50 Hz conformă cu curba de selectivitate a etajului studiat. Frecvenţa

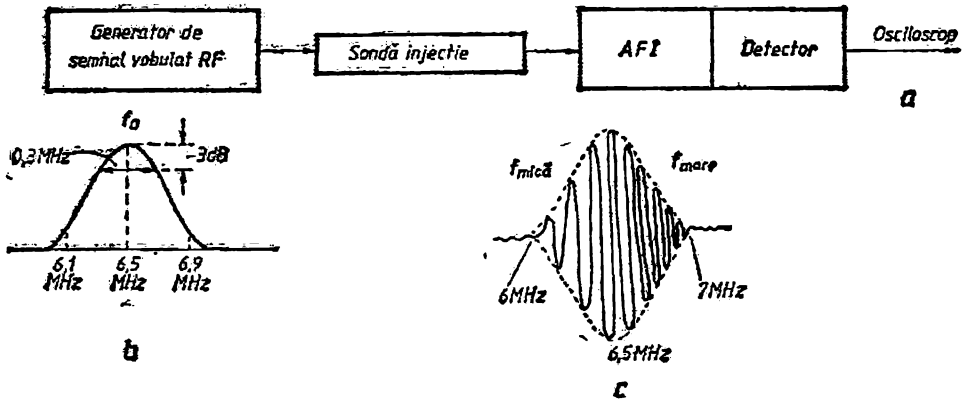

Fig. 5.26. Vobularea unui amplificator de FI sunet TV:
a — schema de măsură; *b* — caracteristica de selectivitate; *c* — semnalul obţinut la ieşirea AFI-sunet.

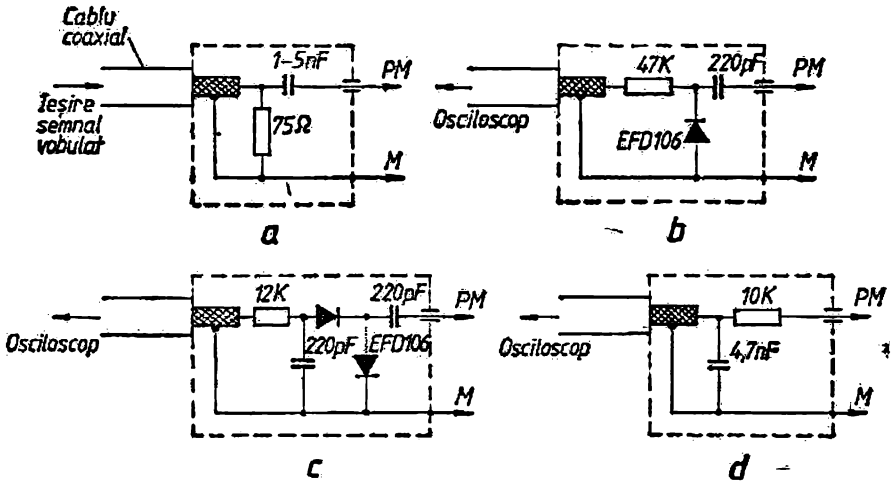

Fig. 5.27. Schemele sondelor de injecţie şi de detecţie:
a — sondă de injecţie; *b* — sondă de detecţie simplă; *c* — sondă de detecţie cu dublare de tensiune; *d* — sondă de conectare după detectorul video.

semnalului vizualizat fiind redusă, performanţele cerute osciloscopului sînt modeste.

Ca o observaţie, trebuie menţionat faptul că atunci cînd se studiază mai multe etaje urmate în final de un detector propriu schemei, nu mai este necesară utilizarea unei sonde detectoare de măsură. Acesta este cazul amplificatoarelor de frecvenţă intermediară RR şi TV care sînt urmate de detectoare de MA, MF sau videofrecvenţă. Osciloscopul va fi conectat direct la ieşirea detectorului. De multe ori apare necesitatea suprimării frecvenţei intermediare sau a armonicilor rezultate în urma detecţiei care produc autooscilarea montajului. Aceasta se realizează prin montarea unei rezistenţe de separare serie şi a unui condensator ceramic cu valoare de 5—10 nF (fig. 5.27*d*).

Sondele de detecţie de măsură pot fi simple sau cu dublare de tensiune pentru mărirea sensibilităţii. Pe lîngă grupul redresor propriu zis ele mai cuprind condensatoare serie pentru suprimarea componentei continue precum şi elemente RC cu rol de tăiere a frecvenţelor înalte. În fig. 5.27 sînt prezentate schemele sondelor de injecţie şi detecţie mai utilizate.

5.5.2. Osciloscopul.

Osciloscopul constituie dispozitivul de vizualizare al curbelor de selectivitate pentru un vobuloscop. El reproduce pe un ecran luminescent o curbă care reprezintă variaţia în funcţie de frecvenţă a tensiunii detectate. Vobuloscoapele au în general pentru partea de osciloscop o bornă care constituie intrarea amplificatorului vertical. Amplificarea, sau cu alte cuvinte etalonarea scarei verticale y, se poate regla cu un potenţiometru dispus pe panoul frontal.

Deflexia pe orizontală este produsă de o bază de timp care furnizează o tensiune liniar variabilă cu frecvenţa de 50 Hz sincronizată cu generatorul de vobulare.

5.5.3. Generatorul de marcare.

Frecvența scalei generatorului de semnal RF vobulat este insuficient de precisă pentru a cunoaște cu exactitate frecvența centrală a vobuloscopului. Etalonarea axei orizontale, sau cu alte cuvinte marcarea cu precizie a frecvenței centrale, se realizează cu generatorul de marcare. El produce frecvențe fixe și foarte exacte numite pe scurt *markeri* care sînt obținute cu unul sau mai multe oscilatoare cu cuarț și un mixer cu filtre pasive.

Pentru o bună înțelegere să presupunem că se vobulează caracteristica de trecere a unui AFI-VS unde frecvența purtătoare de imagine este de 38 MHz și trebuie marcată pe curbă. Generatorul de markeri produce un semnal sinusoidal cu amplitudine relativ mică și frecvență (38 MHz) foarte precisă care este adusă la ieșirea de RF a vobulatorului. El parcurge împreună cu semnalul vobulat amplificatorul de FI-VS. În detectorul video (sau sonda detectoare) de la ieșire, datorită caracteristicii neliniare a diodei de detecție, are loc un amestec aditiv între tensiunea de marcare și tensiunea vobulată. „Bătaia" celor două frecvențe produce o frecvență diferență care apare suprapusă pe curbă sub forma unei oscilații cu amplitudinea de 5—10 mm (reglabilă cu un buton exterior).

Generatorul de markeri al vobuloscoapelor de service produce, în general, frecvențe din MHz în MHz și din 10 în 10 MHz. Pentru a fi deosebiți cu ușurință, markerii de 10 MHz au o amplitudine mai mare ca cei de 1 MHz. Vobuloscoapele profesionale ca de altfel și tipurile METRIX 231 sau 232 aflate în rețeaua de service, produc markeri specifici purtătoarei de imagine (f_{pi}) și purtătoarei de sunet (f_{ps}) pentru fixare canal din domeniul FIF.

Există vobuloscoape — TELONIC 1011 — utilizate în fabricația de televizoare pentru alinierea modului FI-VS, unde blocul de marcare furnizează 7 markeri specifici: 30; 31,5; 33,5; 36,5; 38; 39,5; 40,5 MHz. Acestea sînt frecvențele caracteristice curbei de selectivitate FI-VS pe norma OIRT.

Markerii sînt de mai multe tipuri: „păsărică", punct luminos sau „cu stingere". (fig. 5.28).

Markerii de tip „păsărică" (fig. 5.28 *a*) au un spectru larg de frecvență rezultat din amestecul aditiv și ca atare lățimea lor pe curbă este mare. Precizia marcajului, din această cauză, este mult micșorată pe flancurile abrupte ale curbei de selectivitate. Cazul tipic îl constituie flancul lui Nyquist, specific unui AFI-VS, unde frecvența intermediară de imagine (38 MHz) trebuie să se găsească la jumătate (—6 dB) cu o abatere de $+2\% \div -5\%$. De aceea un osciloscop cu o bandă de trecere mică, taie combinațiile de frecvență mare, lățimea markerilor de tip „păsărică" este mai mică și în consecință precizia marcajului este mai mare.

Markerii sub formă de punct luminos sau cu stingere (curba de selectivitate este întreruptă în punctul respectiv) fiind mai înguști, permit o mai mare acuratețe a proceselor de aliniere a curbelor de selectivitate. Semnalul furnizat de generatorul de marcaj produce mărirea intensității spotului, respectiv stingerea lui în punctele care trebuie puse în evidență, prin modificarea potențialului grilei de comandă a tubului catodic (așa numita axă *Z* a osciloscopului).

Vobuloscoapele sînt (în majoritatea cazurilor) dotate și cu o bornă de markeri exteriori unde se poate injecta un semnal sinusoidal nemodulat cu frecvența dorită. Nivelul tensiunii pentru markerul extern este de 10 mV —

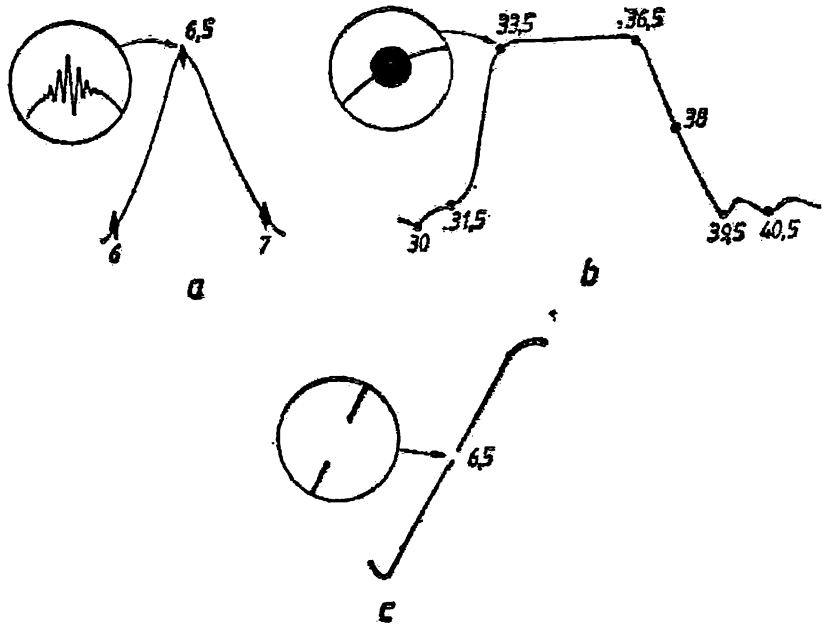

Fig. 5.28. Tipuri de markeri:
a — de tip „păsărică"; *b* — sub formă de punct; *c* — prin stingere.

1 V şi se dozează din atenuatorul generatorului de RF utilizat. Injecţia acestui marker se poate face şi la intrarea, pe traseul sau la ieşirea blocului analizat dar în mod obligatoriu înainte de sonda de detecţie. Dacă se urmăreşte reglajul foarte exact al unor rejecţii ca de exemplu 6,5 MHz (spre cinescop) sau a AFI-sunet TV, tensiunea generatorului extern de marcare poate fi modulată în amplitudine cu o frecvenţă de 400—1 000 HZ. Pe ecranul vobuloscopului va trebui obţinut minimul oscilaţiei frecvenţei modulatoare.

5.5.4. Vobuloscoape utilizate în reţeaua de service.

Dintre tipurile de vobuloscoape întîlnite mai des în reţeaua de service, se pot menţiona următoarele: TR-0813 produs în RPU şi METRIX 231 232 fabricate în Franţa.

● **Vobuloscopul TR-0813** (Sweep generator) pe lîngă funcţia de vobuloscop propriu zis mai poate fi utilizat şi ca osciloscop independent dar cu performanţe modeste. Principalele date tehnice sînt prezentate în continuare.

— Domeniile de frecvenţă ale semnalului vobulat: 1—100 MHz şi 160—240 MHz.

— Excursia de vobulare: minimum 0,5 MHz, maximum 10 MHz la capătul inferior şi 15—20 MHz la capătul superior al benzilor de RF.

— Nivelul tensiunii de ieşire RF: maximum 50 mV în banda 1—100 MHz şi 100 mV în banda 160—240 MHz. Se poate regla continuu cu un atenuator de 60 dB.

— Marcajul frecvenţelor: din MHz în MHz şi din 10 în 10 MHz.

— Sensibilitatea osciloscopului: 50 mV/cm sau 25 mV/div. cu atenuatorul vertical pe scara de 1/1.

— Tensiunea maximă de intrare Y a osciloscopului: cca 500 V_{vv}.
— Banda de frecvență a osciloscopului: cca 20 Hz—300 KHz cu o neuniformitate de ± 3 dB.
— Diametrul ecranului: 70 mm cu caroiaj de 50×50 mm (1 div = 5 mm). Tubul catodic este de tipul D67—113A cu nuanță verzuie. Remanența este de 50 ms. În fig. 5.29 este prezentată schema bloc a vobuloscopului.

Vobulatorul este format din două oscilatoare: unul cu frecvență fixă de 160 MHz pilotat de cuarț și altul cu frecvență manual variabilă între 160 și 240 MHz care este modulat în frecvență (vobulat) de un generator comandat cu tensiunea sinusoidală a rețelei de 50 Hz. Cele două oscilatoare debitează asupra unui mixer de RF rezultînd la ieșirea lui un semnal vobulat de frecvență egală cu diferența frecvențelor celor două oscilatoare.

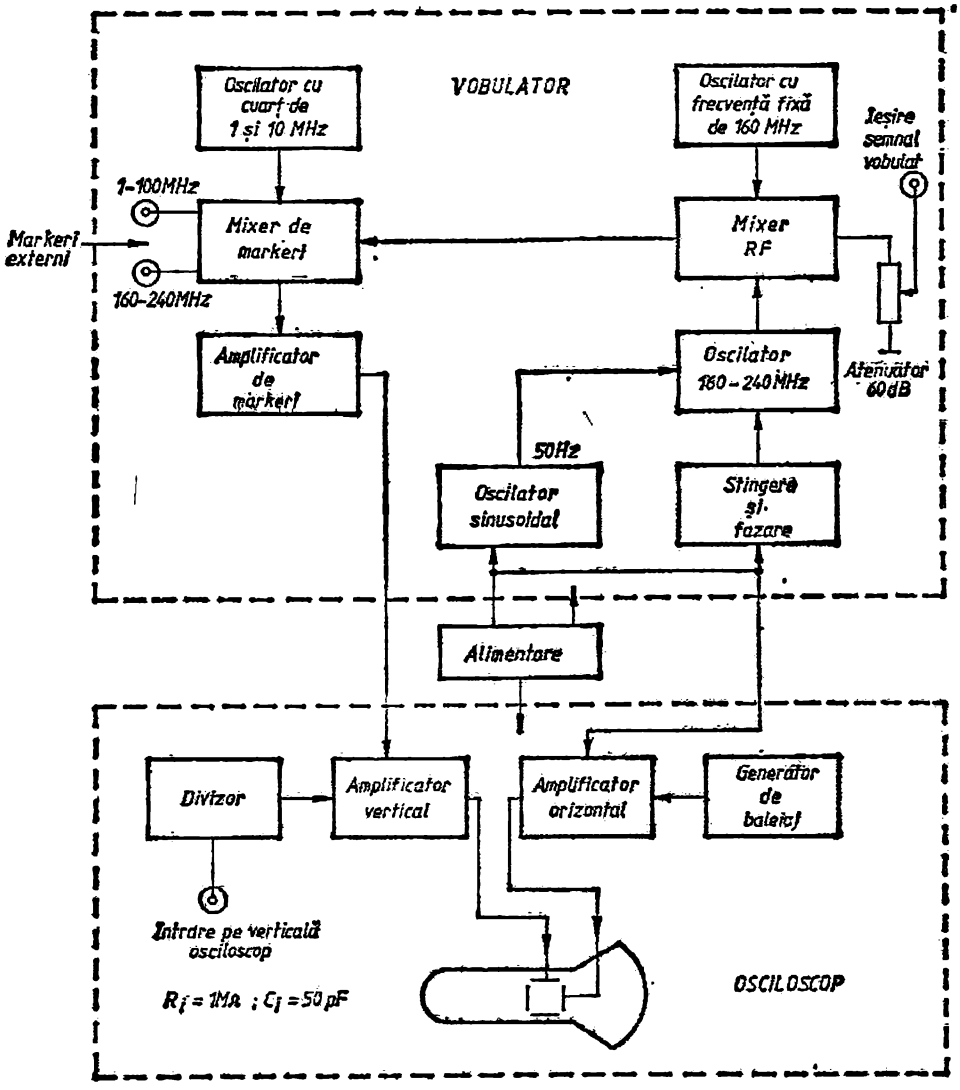

Fig. 5.29. Schema bloc a vobuloscopului TR-0813.

Generatorul de marcare produce markeri de 1 MHz și 10 MHz. El este un oscilator cu cristal de cuarț (1 și 10 MHz) care generează armonici. În banda 1—100 MHz există 11 markeri de 10 MHz, primul la 10 MHz iar ultimul la 110 MHz. Pe banda de 160—240 MHz. sînt 12 markeri din care primul de 10 MHz se găsește la 150 MHz iar ultimul la 270 MHz. Lărgimea markerilor de tip „păsărică" este de cca 250 kHz.

Cele două semnale — semnalul vobulat și semnalul generatorului de markeri sînt aplicate unui mixer. Osciloscopul cuprinde tubul catodic unde plăcile orizontale sînt polarizate de la un amplificator vertical. Acesta prin intermediul unui atenuator în trepte primește semnalul de la sonda de detecție (cînd aparatul este folosit ca vobuloscop) sau semnalul de la o sondă directă (cînd aparatul se utilizează ca osciloscop) Tot deodată amplificatorului vertical i se aplică și semnalul de marcaj.

Deflexia pe orizontală se realizează printr-un amplificator care polarizează plăcile verticale ale tubului catodic. Atunci cînd aparatul funcționează ca vobuloscop, amplificatorul prelucrează o tensiune cu frecvența rețelei de 50 Hz, iar cînd îndeplinește funcția de oscioscop el este comandat de o bază de timp reglabilă din exterior.

Panoul frontal al vobuloscopului este prezentat în fig. 5.30.

Semnificația butoanelor este descrisă în continuare. Pentru o bună urmărire și utilizare a aparatului, se menționează și inscripționările care sînt în limba engleză.

1 — Oprit (OFF), pornit (ON) și reglarea strălucirii spotului.
2 — Deplasarea spotului pe orizontală (centrarea pe orizontală a imaginii).
3 — Deplasarea pe verticală a imaginii.
4 — Reglajul focalizării spotului.
5 — Ecranul osciloscopului cu scara gradată.
6 — Amplitudinea markerilor (MARKER AMPL).
7 — Comutatorul pentru domeniul de frecvență al vobulatorului: 160—240 MHz și 1—100 MHz (SWEEP RANGE).
Comutatorul pentru frecvența bazei de timp neetalonate avînd 5 poziții (KIPP FRECVENCY).
8 — Reglajul de sincronizare al oscilogramei (SINCRO).
9 — Reglajul amplificării pe orizontală în raport 1:5 (HORIZONTAL GAIN)
10 — Comutator de markeri cu trei poziții: fără markeri (OFF), markeri de 1 MHz și markeri de 10 MHz.
11 — Reglajul continuu al amplificării pe verticală (VERTICAL GAIN). Raportul între amplificarea minimă și maximă este de 1 la 30.
12 — Reglajul manual al excursiei de frecvență a semnalului vobulat și lupă de timp pentru osciloscop (SWEEP FINE).
13 — Atenuator continuu de 60 dB pentru semnalul vobulat RF (SWEEP ATTENUATOR).
14 — Comutator în trepte (1/1; 1/10; 1/100) al intrării verticale a osciloscopului (VERTICAL ATTENUATOR).
15 — Ieșire semnal RF vobulat pe 75 (SWEEP OUT).
16 — Intrare verticală a osciloscopului pentru vizualizarea curbei de selectivitate (după sonda de detecție) sau a diferitelor semnale (prin sondă de măsură). Este inscripționată cu VERTICAL IN.
17 — Bornă de masă generală.

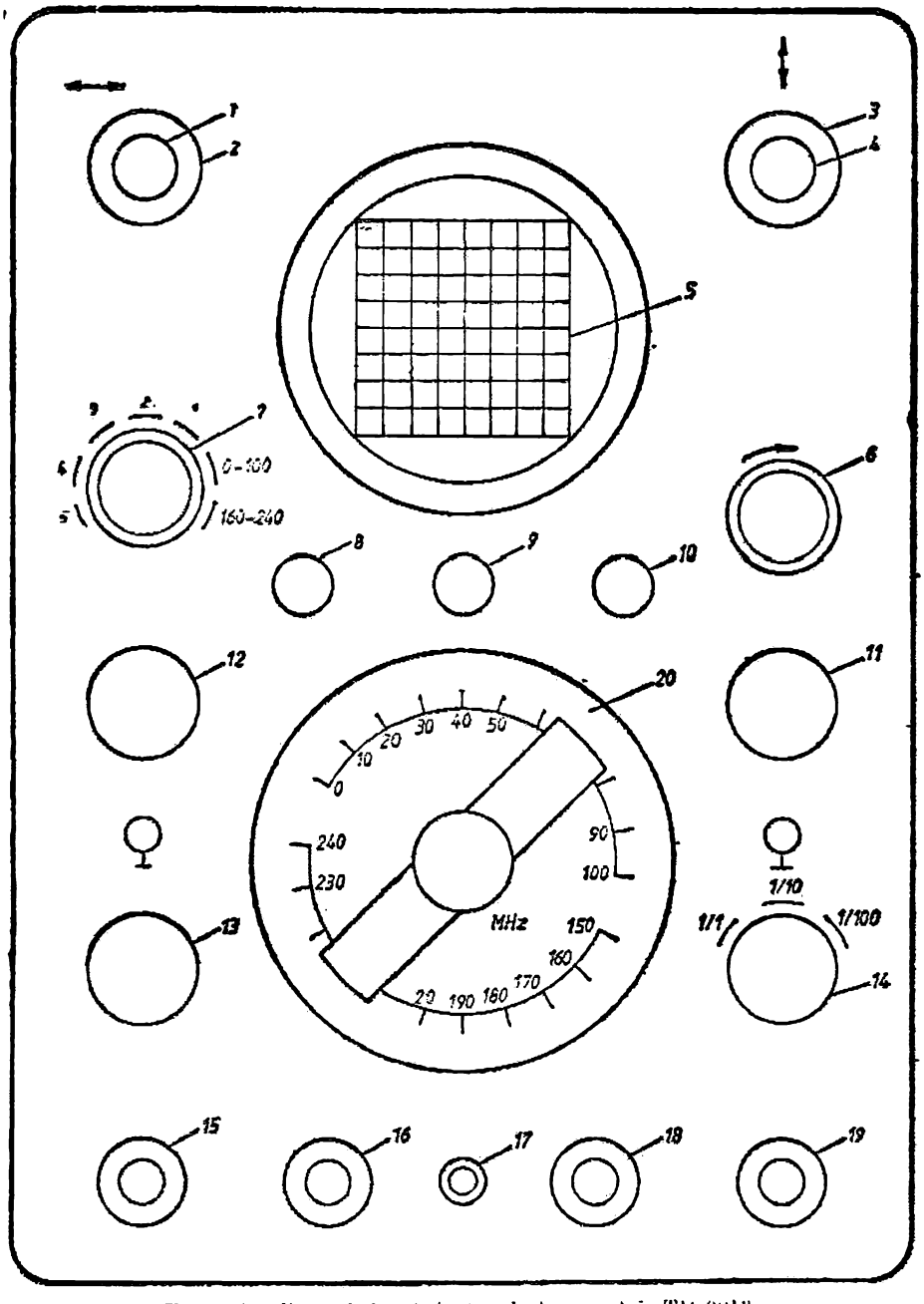

Fig. 5.30. Panoul frontal al vobuloscopului TR-0813.

18 — Bornă de markeri exteriori în domeniul 160—240 MHz.
19 — Bornă de markeri exteriori în domeniul 1—100 MHz.
20 — Buton de acord al frecvenței centrale pentru vobulator.

Pe panoul din spate al aparatului se găsește un buton de polaritate al oscilogramei cu două poziții: sus = pozitiv, jos = negativ.

● **Vobuloscopul METRIX 231 sau 232** este un aparat utilizat atît în service cît și în laboratoare de măsurători. Principalele caracteristici tehnice sînt prezentate în continuare.

— Domeniul de frecvență este de 5—220 MHz pentru tipul 231 și 0,5—230 MHz, 470—830 MHz pentru tipul 232.
— Nivel semnal vobulat: 50 mV pe o impedanță de 75 Ω.
— Atenuatorul semnalului vobulat: în trepte de 10 dB (total 60 dB) la tipul 231 și cu reglaj continuu (60 dB) la tipul 232.
— Excursia de frecvență comutabilă în trepte: 0,2—2—5—10—15—20 MHz.
— Markeri din MHz în MHz și din 10 în 10 MHz. Cu ajutorul unui bloc de tip rotactor se pot marca frecvențele purtătoare de imagine și sunet ale canalelor 1—12 din domeniul FIF—OIRT. Markerii de imagine și sunet ai fiecărui canal pot fi stinși separat. Atunci cînd vobuloscopul funcționează cu markeri de canal, mai există și un marker de 6,5 MHz. Toți markerii sînt de tip „păsărică" și amplitudinea lor se reglează cu un buton exterior.
— Baza de timp este sincronizată de frecvența de 50 Hz a rețelei.
— Diametrul ecranului: 70 mm.

Schema bloc a vobuloscopului este prezentată în fig. 5.31.

Vobulatorul cuprinde un oscilator (6) cu frecvență fixă de 260 MHz care este vobulată cu 50 Hz și un oscilator (4) nemodulat cu frecvență variabilă în domeniul 260—490 MHz. Acesta din urmă este acționat de pe panoul frontal cu un buton mare gradat în MHz.

Cele două semnale debitate de oscilatoare, se aplică unui mixer (3) la ieșirea căruia se obține semnalul vobulat cu frecvența diferență a celor două

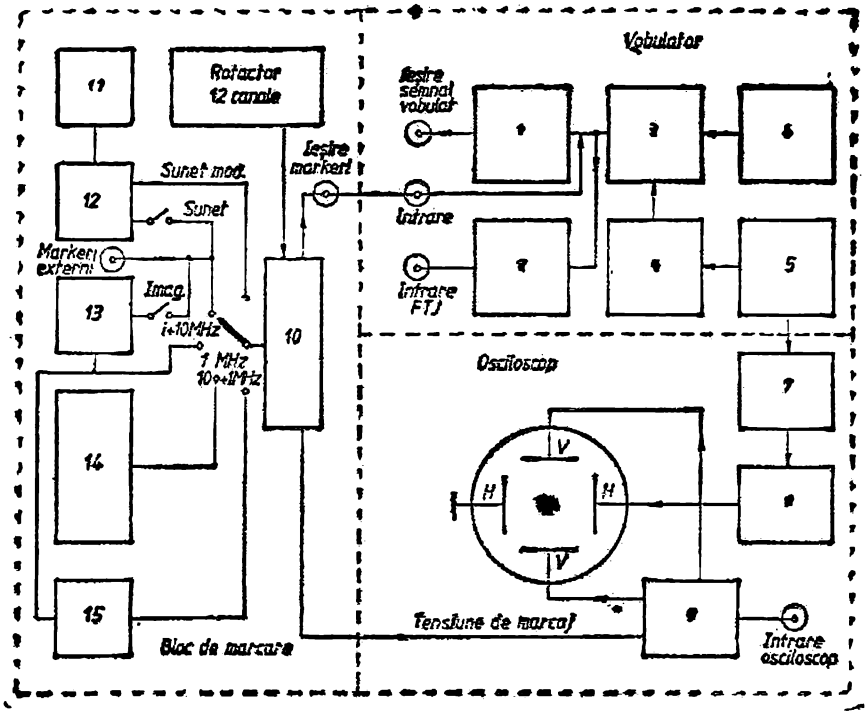

Fig. 5.31. Schema bloc a vobuloscopului METRIX 231, 232.

oscilatoare: 0—230 MHz. În domeniul UIF, semnalul vobulat (470—830 MHz) este obținut prin amestecul armonicii a treia a frecvenței oscilatorului de 260 MHz cu frecvența variabilă a oscilatorului (*4*). Cînd scara gradată (butonul mare) a vobuloscopului este la 0, se obține $f = 0$ MHz și $f = 520$ MHz iar dacă scara este, de exemplu, la 50 MHz se obține $f = 50$ MHz și $f = 570$MHz etc.

Mărimea deviației de frecvență se obține prin varierea inductanței de acord a oscilatorului de 260 MHz. Inductanța are un miez de ferită tip oală astfel construit încît el poate fi saturat cu ajutorul unui cîmp magnetic alternativ exterior produs de o bobină de vobulare așezată în apropiere și alimentată de la transformatorul de rețea cu 50 Hz prin intermediul unui circuit de reglaj. Saturarea în ritmul de 50 Hz a feritei inductanței de acord, determină micșorarea permeabilității ei, deci a inductanței, rezultînd creșterea frecvenței. Excursia de vobulare este proporțională cu tensiunea aplicată bobinei inductoare care se poate regla în trepte.

Baza de timp este asigurată din rețeaua de 50 Hz prin blocul (*5*). Ea cuprinde un amplificator pe orizontală (*8*) și un circuit de reglaj al fazei (*7*) care are rolul de a anula defazajul dintre tensiunea vobulată și tensiunea de baleiaj. Reglajul fazei se face printr-un buton exterior cînd comutatorul aflat sub butonul de excursie frecvență este pe poziția „Control". Pe ecran va trebui urmărită suprapunerea celor două curbe care apar.

Vizualizarea curbelor de selectivitate se face aplicînd (prin intermediul unei sonde de detecție) semnalul de la ieșirea etajului studiat pe borna de intrare verticală a osciloscopului încorporat. Acest semnal ajunge pe plăcile de deflexie verticală prin intermediul unui amplificator (*9*) care mai primește și semnalul de marcaj.

Semnalul de marcaj provine de la un bloc de markeri aflat în partea stîngă a aparatului. De la ieșirea etajului de amestec a tensiunilor de marcaj *(10)*, markerii se aplică la ieșirea de semnal vobulat, direct sau prin intermediul unui FTJ cu frecvența de tăiere de 260 MHz. Structura semnalelor de marcaj poate fi modificată cu ajutorul unui comutator montat la intrarea mixerului *(10)*. Pentru fiecare fel de marker există cîte un oscilator: *(14)* — generator de 10 MHz, *(15)* — generator de 1 MHz, *(12)* — oscilator de frecvență purtătoare sunet, *(13)* — oscilator de frecvență purtătoare imagine. Frecvențele specifice fiecărui canal FIF-OIRT se obțin prin comutarea cristalelor de cuarț cu ajutorul unui rotactor.

De asemenea blocul de marcare este prevăzut cu un modulator de audiofrecvență a purtătoarei de sunet *(11)* și o bornă de markeri exteriori.

Panoul frontal al vobuloscopului METRIX 232 este prezentat în fig. 5.32. Inscripționarea este realizată în limba franceză iar funcțiile diferitelor repere sînt descrise în continuare.

1 — Borna coaxială de ieșire a semnalului RF vobulat pe o impedanță de 75 Ω (SORTIE WOB).

2 — Buton de reglaj al frecvenței centrale cu vernier demultiplicator (FREQUENCE MHz). Are două scări gradate corespunzătoare domeniilor 0,5—230 MHz și 470—830 MHz.

3 — Comutator de reglaj al excursiei frecvenței semnalului vobulat cu șase poziții: 0,5—2—5—10—15—20 MHz (EXCURSION TOTALE MHz).

4 — Atenuatorul nivelului semnalului vobulat disponibil la ieșire. (ATENUATION). Reglajul se realizează continuu cu ajutorul unui disc gradat de la 0 la —60 dB.

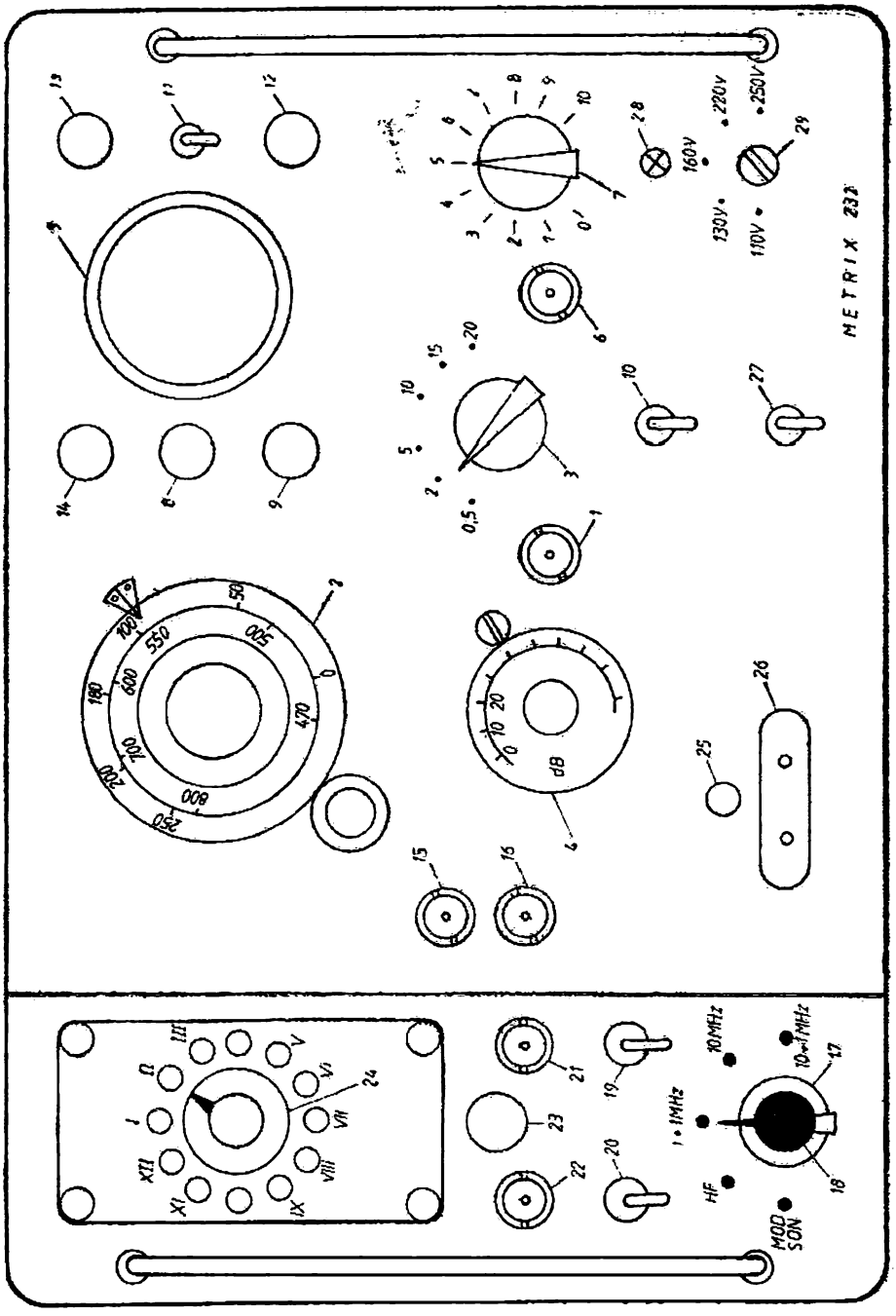

Fig. 5.32. Panoul frontal al vobuloscopului METRIX 232.

5 — Ecranul osciloscopului cu caroiaj.
6 — Intrare verticală pentru osciloscopul de vizualizare a curbelor (ENTRÉE). Semnalul de la ieşirea etajului care se studiază va fi aplicat prin intermediul unei sonde de detecţie prezentate în fig. 5.27.
7 — Buton de reglaj continuu a amplificării pe verticală a osciloscopului (GAIN V). Are o scară gradată în diviziuni de la 0 la 10.
8 — Buton de reglaj al amplificării pe orizontală a osciloscopului.
9 — Buton de reglaj al fazei pe orizontală.
10 — Comutator cu două poziţii: UTILISATION şi CONTROLE. Prima poziţie constituie poziţia normală de utilizare, iar pe a doua poziţie, se reglează butonul de fază orizontală (10) pînă cînd cele două imagini care apar se suprapun. Pentru o utilizare corectă a vobuloscopului, în prealabil se va face un control şi eventual un reglaj de fază.
11 — Comutator cu două poziţii (+ sau —) pentru polaritatea curbei vizualizate.
12 — Buton de centrare pe verticală a oscilogramei.
13 — Buton reglaj a strălucirii spotului.
14 — Buton de reglaj a focalizării spotului.
5 — Bornă coaxială de intrare directă a markerilor (PIÈGE).
16 — Bornă coaxială de intrare a markerilor prin intermediul unui FTJ (COURBE).
17 — Comutator cu 5 trepte pentru tipul de markeri: 10+1 MHz, 10 MHz, purtătoarea de imagine a canalului + markeri de 1 MHz (IMAGE + 1 MHz), purtătoarele de imagine şi sunet ale canalului precum şi marker de 6,5 MHz (HF), modulaţie purtătoare sunet (SON MOD.).
18 — Buton coaxial cu comutatorul *17* pentru reglajul amplitudinii markerilor (NIVEAU MARQUEUR).
19 — Comutator pentru suprimarea markerului de imagine al canalului (IMAGE).
20 — Comutator pentru suprimarea markerului de sunet al canalului (SON).
21 — Bornă coaxială de ieşire a markerilor (WOB). Legătura cu bornele *15* sau *16* se realizează cu un scurt cablu coaxial.
22 — Bornă coaxială pentru markeri exteriori (GEN. EXT.)
23 — Buton pentru sincronizarea markerilor de 1 MHz (REGL. 1 MHz). Acesta se acţionează pentru o bună vizibilitate şi stabilitate a markerilor respectivi.
24 — Rotactor cu 12 poziţii corespunzătoare canalelor FIF-OIRT. Pe fiecare poziţie, corelată cu trecerea comutatorului *17* pe HF, se injectează markerii purtătoarei de imagine şi sunet precum şi un marker de 6,5 MHz necesar alinierii AFI-sunet TV.
25 — Siguranţă fuzibilă 0,8 A.
26 — Cordon reţea.
27 — Comutator pornit-oprit (MARCHE).
28 — Bec de semnalizare a alimentării de la reţea.
29 — Comutator al tensiunii de reţea.

5.5.5. Exemple practice de utilizare a vobuloscopului

În continuare ne vom referi la utilizarea celor două tipuri de vobuloscoape descrise, pentru verificarea şi acordul diferitelor ansambluri funcţionale din televizoarele cu CI fabricate de I. Electronica sau a amplificatoarelor de antenă.

I — Verificarea și alinierea amplificatorului de FI-imagine, sunet.

● **Operațiuni pregătitoare**

— Prin acționarea butonului de frecvență centrală a semnalului vobulat, a butonului de amplificare pe orizontală, a reglajului excursiei de frecvență și prin comutarea succesivă a markerilor de 10 MHz și 1 MHz, se stabilește pe ecranul osciloscopului încorporat un domeniu de frecvență caracterizat prin: frecvența centrală 35 MHz și excursia de frecvență de cca 15 MHz. Imaginea care apare este sub forma unei linii orizontale cu markerii de 28 și 42 MHz spre marginile verticale ale caroiajului și ea se poziționează spre marginea de jos prin acționarea butonului de deplasare pe verticală a spotului.

— Programatorul se comută pe banda III în zona canalelor mari (9—12).

— Potențiometrii de lumină și contrast se reglează la minim.

— Sonda de injecție cu schema din fig. 5.27*a* se conectează între borna coaxială de ieșire a semnalului vobulat RF și punctul de reglaj FI al selectorului de canale (PM 3 cînd acesta este cu tranzistoare PNP).

— Borna de intrare pe verticală a osciloscopului încorporat se conectează prin intermediul unei sonde cu schema din fig. 5.27*d* la ieșirea de semnal video a modulului AFI-VS (M103 punct cald, M104 punct rece la TV cu 3CI, staționare). Conectarea se poate realiza și direct printr-un cablu coaxial cu observația că între cele două puncte de măsură menționate, se va monta un condensator ceramic de 4,7—10 nF care are rolul de a tăia rezidurile de FI și armonicele sale (acestea ar putea produce autooscilații sau deformarea curbei). Întrucît detectorul video este încorporat în modul, nu este necesară o sondă de detecție auxiliară.

— Se aplică o tensiune de RAA reglabilă (1,8—2,3 V) cu plusul în M 105 (TV cu 3CI, staționare) și minusul la masă.

— Semireglabilul R113 va fi în poziția mediană.

● **Calibrarea amplificatorului pe verticală al osciloscopului încorporat.**

Această operațiune este necesară pentru stabilirea unui nivel de ieșire a semnalului detectat suficient de mare ca detectorul video să funcționeze în zona liniară.

— Între punctele M103, M104, se conectează un osciloscop auxiliar calibrat pe verticală.

— Se stabilește o tensiune de RAA de cca 2 V în M105.

— Se acționează atenuatorul de RF al vobuloscopului pînă cînd pe ecranul osciloscopului auxiliar se obține o curbă cu o înălțime de 1,5—2 V_{vv}.

— Se reglează amplificarea pe verticală a osciloscopului încorporat pentru o încadrare corespunzătoare a curbei în caroiajul de măsură. Poziția butonului de reglaj se va reține (pentru măsurători ulterioare nu mai este necesar osciloscopul auxiliar). Polaritatea curbei va fi pozitivă.

● **Reglajul filtrului de selectivitate concentrată.**

Trebuie menționat că alinierea modulului este realizată din fabrică și de aceea nu se recomandă a se relua în întregime toate operațiile de reglaj. În rețeaua de service, atunci cînd se înlocuiește o componentă ce afectează forma curbei de selectivitate sau cînd se înlocuiește selectorul de canale ori modulul AFI-VS (se strică împerecherea dintre cele două subansamble), se impune necesitatea verificării și ajustării caracteristicii de trecere.

— Se conectează o rezistență de 100 Ω între M101 și M102. Aceasta amortizează circuitul acordat al demodulatorului sincron făcîndu-l să funcționeze pe o bandă largă.

— Prin poziționarea atenuatorului RF pe maxim de semnal (0 dB) și reglajul sursei de RAA spre tensiuni mici (< 1 V), se vor vizualiza rejecțiile conform fig. 5.23*a*. Pentru o vizibilitate mai bună, eventual, se poate mări și amplificarea pe verticală urmînd ca ea să fie adusă la valoarea inițială cînd se vor efectua operațiile care urmează. Retușul rejecțiilor se realizează astfel: 30 MHz din L104, 31,5 MHz din L106, 39,5MHz din L105, 40,5 MHz din L107.

— Se stabilește o tensiune de RAA de cca 2 V iar atenuatorul de RF se reglează pînă cînd curba are înălțimea de 1,5—2 Vvv (calibrată anterior).

— Din celelalte elemente de reglaj ale filtrului se execută următoarele retușuri pînă cînd se obține curba din fig. 5.33*b*: L101 pentru palier, L103 pentru poziția purtătoarei de 38 MHz la jumătatea flancului Nyquist, L108/109 pentru liniaritatea aceluiași flanc și L15 (din selectorul de canale PNP) sau L14 (din selectorul de canale NPN) pentru bascularea curbei.

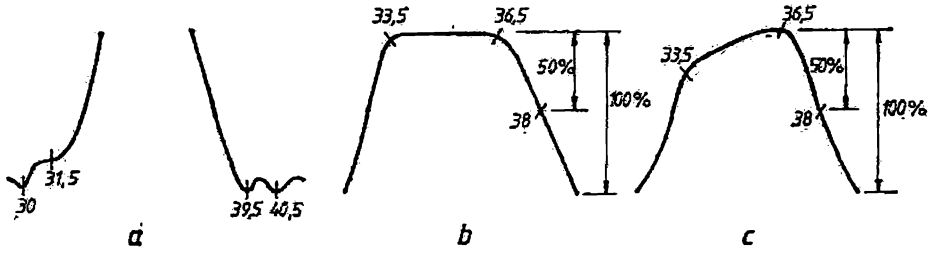

Fig. 5.33. Curba de selectivitate a AFI-VS din TV cu CI:
a — rejecțiile; *b* — curba cu L110 amortizat; *c* — curba cu L110 neamortizat.

● **Reglajul circuitului acordat al demodulatorului video.**

— Se scoate rezistența de amortizare dintre M101 și M102.

— Atenuatorul de RF se reglează pentru o înălțime a curbei de 1,5—2 V_{cc}.

— Se acționează miezul bobinei L110 pînă cînd se obține o curbă cu amplitudine maximă și purtătoarea de imagine (38 MHz) la 1/2 din înălțimea curbei (fig. 5.33*c*).

II. — Verificarea și alinierea amplificatorului de FI-sunet

Întrucît banda de trecere a amplificatorului este îngustă (200—300 kHz), precizia frecvenței centrale de 6,5 MHz trebuie să fie mare. De aceea un reglaj efectuat prin interpolarea markerilor de 6 și 7 MHz nu este recomandat. Reglajul poate fi efectuat precis cu vobuloscopul METRIX 232 care are marker de 6,5 MHz pilotat de un cristal de cuarț cînd comutatorul de markeri este pe poziția HF.

La vobuloscopul TR-0813 este necesară injecția unui marker exterior de 6,5 MHz care se obține de la un generator cu frecvența controlată digital (de exemplu VERSATESTER).

● **Operații pregătitoare.**

— Se scoate modulul AFI-imagine sunet.

— Se stabilește o frecvență centrală a semnalului vobulat de 6,5 MHz și o excursie de frecvență de cel puțin ±1 MHz.

— Ieșirea de semnal RF vobulat se branșează între M103 și M104 (televizoare cu 3CI, staționare) prin intermediul unei sonde de injecție (fig. 5.27*a*) și a circuitului de adaptare din fig. 5.34*a*.

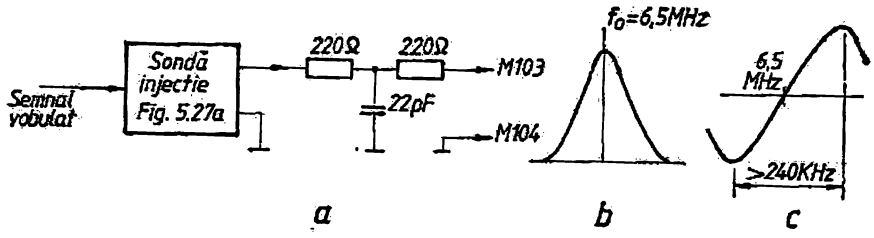

Fig. 5.34. Reglajul AFI-sunet:
a — injecția semnalului; *b* — curba circuitului de intrare; *c* — curba globală.

● **Reglajul filtrului de bandă de la intrare.**

— Amplificarea pe verticală a osciloscopului încorporat se reglează la maxim.

— Ieșirea modulului (punctele *M*201 și *M*202) se conectează la intrarea pe verticală a osciloscopului prin intermediul unei sonde de detecție cu schema din fig. 5.27*c*.

— Se reglează *L*201 și *L*202 acționînd tot deodată atenuatorul de semnal RF al vobuloscopului pînă cînd se obține curba din fig. 5.34*b*.

● **Reglajul bobinei demodulatorului (curba „S").**

— Intrarea pe verticală a osciloscopului încorporat se conectează direct la ieșirea de semnal AF a modulului (contactul 3).

— Nivelul de ieșire al semnalului RF se reglează spre poziția de minim a atenuatorului pînă cînd curba nu va mai fi limitată în amplitudine.

— Se reglează L203 pentru poziționarea markerului de 0,5 MHz la jumătatea curbei „S". Curba va trebui să aibe ramurile simetrice (fig. 5.34*c*). La acționarea atenuatorului de semnal RF, pentru nivele mai mari de cca 50 dB, curba vizualizată nu va mai crește (intervine limitarea în amplitudine a AFI-sunet), dar ramurile (pozitivă și negativă) se vor lăți. Se menționează că markerul de 6,5 MHz trebuie să se mențină în permanență la jumătatea curbei „S" indiferent de nivelul semnalului RF aplicat la intrare.

III. — **Reglajul rejecției de 6,5 MHz din calea de semnal video.**

Markerul de 6,5 MHz trebuie să îndeplinească aceleași condiții de precizie ca la AFI-sunet. De aceea, el se obține așa cum s-a indicat la punctul anterior. Pentru vizualizarea și reglarea rejecției, trebuiesc suprimate impulsurile de stingere *V* și eventual *H* ale curselor inverse de baleiaj. Pentru exemplificare, la televizoarele staționare cu 4,5,6 CI aceasta se realizează prin întreruperea punții care aduce impulsurile de stingere cadre în emitorul tranzistorului final video iar la televizoarele staționare cu 3 CI (Sirius 237), prin scoaterea tranzistorului *T*302.

Operațiile care trebuiesc efectuate (de ex. la un TV cu 3 CI, staționar) pentru reglajul ejecției de 6,5 MHz sînt descrise în continuare.

— Se aplică între punctul M105 și masă o tensiune de +2,5 V care are rolul de a bloca AFI-VS.

— Ieșirea de semnal vobulat RF se conectează prin intermediul sondei de injecție din fig. 5.27*a* între punctul M103 și masă.

— Intrarea osciloscopului se conectează prin sonda de detecție din fig. 5.27*c* în catodul tubului cinescop (*M*301, *M*303).

— Amplificarea pe verticală a osciloscopului se reglează la maxim.

— Potențiometrul de contrast se pune pe o poziție medie.

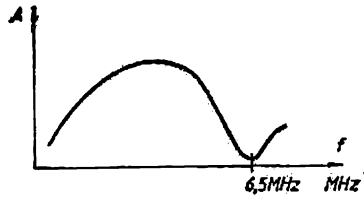

Fig. 5.35. Rejecția de 6,5 MHz din calea de semnal video.

— Prin acționarea atenuatorului de semnal vobulat RF și a miezului bobinei L 302 se urmărește obținerea curbei din fig. 5.35.

IV. — Verificarea și reglajul unui amplificator de antenă.

Amplificatoarele de antenă produse în țară, sînt construite să funcționeze pe un singur canal din domeniul FIF. Curbele de trecere sînt în concordanță cu frecvențele purtătoare de imagine și sunet ale canalului respectiv. O aliniere comodă se poate face cu vobuloscopul METRIX 232 care are markeri specifici pentru fiecare canal FIF din norma O1RT. Atunci cînd se dispune doar de tipul TR-0813, se vor folosi markerii de 10 și 1 MHz. În continuare se va descrie verificarea și alinierea unui amplificator de antenă produs de

1. Electronica, cu ajutorul vobuloscopului METRIX 232.

● **Operațiuni pregătitoare.**

— Rotactorul de markeri specifici se pune pe poziția canalului corespunzător amplificatorului de antenă.
— Comutatorul tipului de markeri se trece pe poziția IIF.
— Excursia de frecvență se stabilește la 20 MHz.
— Se reglează frecvența centrală pînă cînd pe ecranul osciloscopului se încadrează simetric markerii de imagine și sunet ai canalului respectiv. Amplitudinea lor se reglează pentru o înălțime de cca 3—5 mm. Un reglaj fin al ecartului dintre markeri (respectiv lățimea curbei), se poate face cu ajutorul butonului de amplificare pe orizontală al osciloscopului încorporat.
— Semnalul vobulat RF se aplică direct la intrarea amplificatorului prin intermediul unui cablu coaxial cu o lungime de cca 30 cm. Acesta va avea la un capăt o mufă de antenă coaxială care se cuplează la vobuloscop, iar celălalt capăt va fi lipit direct la intrarea amplificatorului.
— Intrarea pe verticală a osciloscopului încorporat va fi cuplată la ieșirea amplificatorului prin intermediul unei sonde de detecție cu schema din fig. 5.27*c*. Aceasta va fi construită într-o cutie metalică (ecranare). La intrarea ei se va conecta o rezistență de 75 Ω pentru adaptare (simulează borna de intrare a selectorului de canale), iar legătura cu amplificatorul se va realiza cu un segment de cablu coaxial de lungime 10—12 cm așa cum se indică în fig. 5.36.

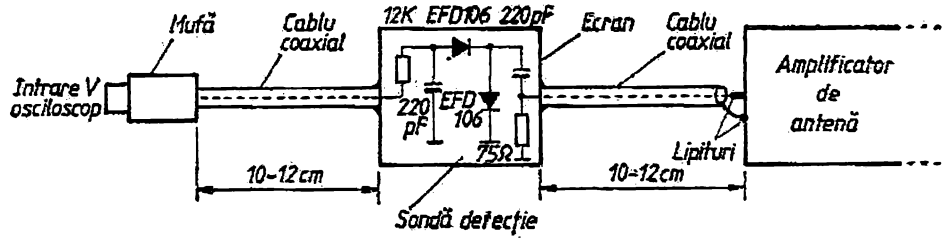

Fig. 5.36. Modul de cuplaj al ieșirii amplificatorului de antenă la vobuloscop.

Ieșirea sondei se cuplează la intrarea osciloscopului cu ajutorul unei mufe coaxiale și a unei porțiuni de cablu coaxial cu lungime de 10—12 cm. Trebuie menționat că atît lungimea cablului de injecție a semnalului vobulat cît și modul constructiv al detectorului sînt de o deosebită importanță în vederea reducerii la minim a radiațiilor parazite care pot produce autooscilații sau deformarea curbei. Din acest punct de vedere, se poate utiliza cu rezultate foarte bune sonda de detecție de la amplificatoarele de antenă colectivă produse de IEI-București.

— Amplificarea pe verticală a osciloscopului (GAIN V) se va regla pe poziția maximă.

— Se alimentează amplificatorul de antenă cu o tensiune de 4,5 V.

● **Verificarea și alinierea amplificatorului.**

Se precizează că alinierea în amănunțime a fost efectuată din fabrică iar în rețeaua de service se va efectua verificarea și eventual retușul curbei de selectivitatea. Aceasta se va face atunci cînd se înlocuiește o componentă care ar putea modifica cîștigul amplificatorului sau curba de trecere (de exemplu un tranzistor).

Forma curbei de selectivitate este dictată în principal de filtrul de bandă montat între cele două tranzistoare. Prin deformarea spirelor bobinelor L_3 și L_4 se urmărește obținerea unei curbe care să aibe markerii de imagine (f_{pi}) și sunet (f_{ps}) plasați la marginile palierului așa cum se prezintă în fig. 5.37*a*.

Lărgimea de bandă depinde de cuplajul mutual al celor două bobine și ea se poate regla prin apropiere sau depărtarea spirelor vecine. Trebuie precizat că acest reglaj lucrează în partea de sus a benzii permițînd plasarea frecvenței f_{ps} pe colțul din dreapta.

Verificarea și eventual retușul celor două circuite derivație de la intrare și ieșire se va face utilizînd două miezuri, unul de ferită și celălalt de alamă. Cînd circuitele sînt reglate corect pe centrul benzii, amplificarea este maximă și groapa redusă (mai mică de 10% din înălțimea curbei). La introducerea pe rînd a celor două miezuri în fiecare bobină (L_1, L_6) curba se va reduce în amplitudine și va avea tendință de basculare spre dreapta (ferită) sau spre stînga (alamă) așa cum se prezintă în fig. 5.37*b*. respectiv 5.37*c*. Dacă la introducerea unuia dintre miezuri se observă o creștere a amplificării combinată cu o reducere a denivelării, atunci înseamnă că este necesar retușul acordului prin deformarea spirelor bobinei respective.

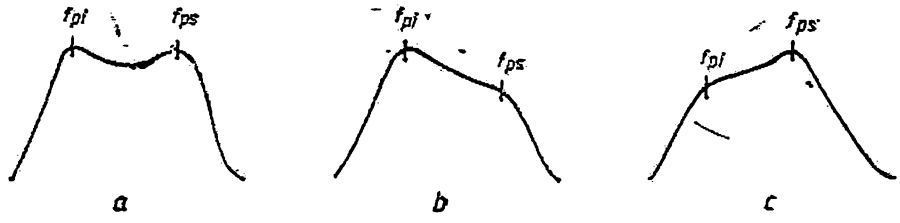

Fig. 5.37. Curba de selectivitate a amplificatorului de antenă.

În cadrul procesului de reglaj atenuatorul semnalului vobulat RF va fi manevrat în mod corespunzător pentru o vizualizare comodă. După parcurgerea etapelor descrise mai sus, va rezulta în final un nivel al semnalului injectat cît mai mic, lucru ce se sesizează printr-o poziție a atenuatorului spre minim. Astfel, pentru un amplificator pe canalul 11 bine reglat, rezultă un nivel de maxim 22 dB.

5.6. Generatoare de semnal.

Generatoarele electrice sînt surse de energie care pot fi clasificate după diferite criterii: forma şi frecvenţa semnalului, principiul de generare a oscilaţiilor, performanţe etc.

După forma semnalului generat există următoarele tipuri de generatoare: de semnale sinusoidale sau dreptunghiulare, de impulsuri, de zgomot, de forme speciale.

Generatoarele de semnale sinusoidale, după domeniul frecvenţelor de lucru, sînt: de audiofrecvenţă, de radiofrecvenţă, de bandă largă şi de frecvenţe foarte înalte.

În continuare se vor descrie cîteva tipuri de generatoare, produse de întreprinderea IEMI-Bucureşti, care se găsesc în dotarea reţelei de service.

5.6.1. Generatorul de joasă frecvenţă E-0501.

Generatorul este un aparat de laborator care se utilizează ca sursă de tensiune sinusoidală sau dreptunghiulară pentru verificarea, reglarea şi măsurarea parametrilor aparaturii electronice. Schema bloc este prezentată în fig. 5.38.

Partea principală a aparatului este un oscilator sinusoidal RC cu punte Wien unde frecvenţa este reglată în două moduri: decadic — prin comutarea unor condensatoare şi continuu — cu ajutorul unui potenţiometru dublu de precizie. Semnalul sinusoidal se aplică prin intermediul unui comutator şi a unui potenţiometru de reglare a nivelului, etajului repetor de ieşire. Semnalul dreptunghiular este format din semnalul sinusoidal cu ajutorul unui trigger Schmitt şi ajunge la ieşire printr-o altă poziţie a comutatorului figurat în schema bloc.

De la etajul de ieşire, tensiunea este transmisă direct bornelor de ieşire — în cazul semnalelor dreptunghiulare — sau printr-un comutator decodic cu trei poziţii — în cazul semnalelor sinusoidale.

Alimentatorul cuprinde un redresor şi un stabilizator de 27,5 V protejat la s.c. Caracteristicile tehnice principale sînt prezentate în continuare.

— Domeniul de frecvenţă: 1 Hz — 10 MHz (comutabil în 6 trepte).
— Eroarea maximă de frecvenţă: 5% ± 0,02 Hz.
— Nivel maxim tensiune sinusoidală: 3 Vef (în gol).
— Impedanţa de ieşire a tensiunii sinusoidale: 600 Ω.
— Atenuatorul de nivel al tensiunii sinusoidale: în trepte (1/1; 1/10; 1/100) şi fin (1/15).
— Caracteristica de frecvenţă a tensiunii sinusoidale (2 KHz referinţă): < 5% pentru domeniul 10 Hz — 100 kHz şi < 10% în domeniul 1 Hz — 10 MHz.

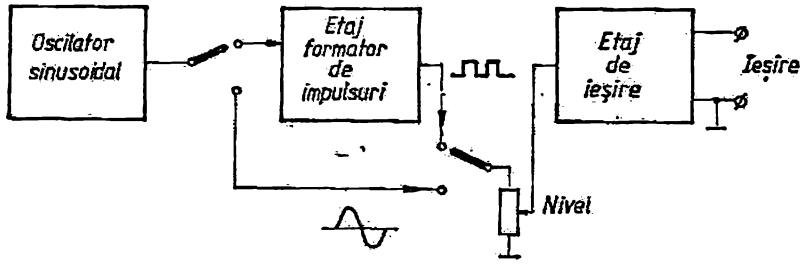

Fig. 5.38. Schema bloc a generatorului de joasă frecvenţă E-0501.

— Distorsiunile tensiunii sinusoidale: $< 0{,}5\%$ (100 Hz — 20 kHz); $< 1\%$ (40 Hz — 100 Hz și 20 kHz — 1 MHz); $< 2\%$ (20 Hz — 40 Hz).
— Nivel maxim tensiune dreptunghiulară: 3,3 Vvv (în gol)
— Impedanță de ieșire a tensiunii dreptunghiulare: 50 Ω.
— Impedanța de sarcină minimă a tensiunii dreptunghiulare: 600 Ω.
— Atenuator nivel tensiune dreptunghiulară: fin (1/15).
— Raportul semnal-pauză al tensiunii dreptunghiulare: 45/55 — 55/45.
— Alimentare: 220 V ±10%, 50 Hz±2 Hz.
— Puterea consumată: < 15 VA.
— Domeniul de temperatură: (+ 5 — +40) °C.
— Greutate: 4 kg.

5.6.2. Generator de joasă frecvență cu afișare numerică E-0502.

Aparatul, care se mai numește și VERSATESTER, îndeplinește în domeniul de frecvență 10 Hz — 10 MHz următoarele funcțiuni:
— generator de tensiune sinusoidală;
— generator de tensiune dreptunghiulară;
— voltmetru digital de curent alternativ;
— frecvențmetru digital.

Cu ajutorul afișajului numeric se poate măsura tensiunea și frecvența atît a semnalelor generate intern cît și a semnalelor externe.

Schema bloc a aparatului este prezentată în fig. 5.39.

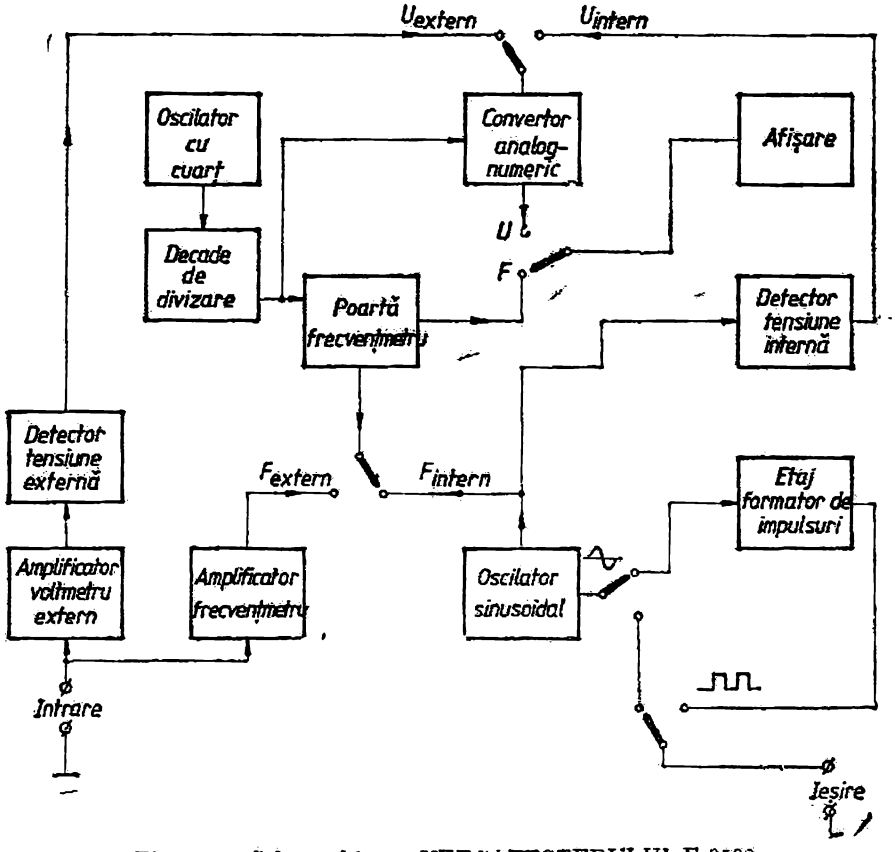

Fig. 5.39. Schema bloc a VERSATESTERULUI E-0502.

Semnalul sinusoidal este generat de un oscilator cu punte Wien la care frecvența se reglează decadic cu rezistențe și continuu printr-un condensator variabil dublu. Din acest semnal, cu ajutorul unui etaj formator, se obține semnalul dreptunghiular. Selecția celor două canale la ieșire, se realizează prin intermediul unui comutator.

Tensiunea alternativă produsă de oscilatorul sinusoidal sau semnalul sinusoidal ce trebuie măsurat (aplicat la o bornă de intrare) după ce este amplificat în mod corespunzător, sînt detectate de două detectoare (intern, respectiv extern). Se obțin două tensiuni continue — U_{intern}, respectiv U_{extern} — care printr-un comutator ajung la un convertor analog/numeric. Acesta va furniza indicații digitale (numerice) ale tensiunii.

Măsurarea frecvenței semnalului generat intern sau a semnalului extern, se face prin intermediul unui nou comutator și a unui circuit poartă comandat de decade de divizare pilotate de un oscilator cu cristale de cuarț. Selectarea mărimii afișate — tensiune sau frecvență — se face prin comutare. Caracteristicile tehnice ale aparatului sînt prezentate în continuare.

● **Funcția de generator.**

— Frecvența reglabilă în domeniul 10 Hz — 10 MHz: în trepte decadice printr-un comutator în linie cu 6 poziții; continuu în interiorul fiecărei decade în raportul 1/10; fin cu plaja de 0,5 %.
— Afișarea frecvenței: 4 cifre (9999 cap de scală).
— Eroarea maximă a frecvenței: ± 0,01 % c.s; ± 0,002 % ct. Prescurtările au următoarea semnificație: c.s. — cap de scală; ct — citire.
— Impedanța de ieșire: 50 sau 600 Ω.
— Curentul maxim de ieșire: 50 mA_{ef} pentru scara de 3 V și 17 mA pentru scara de 10 V. Ieșirea este protejată la scurtcircuit.
— Ieșirea este cuplată în c.c. pentru scările pînă la maxim 3 V și în c.a. pentru scara de 10 V.
— Reglajul tensiunii de ieșire: decadic în 6 trepte; continuu în raport 1/10; fin cu o plajă de cca 4%.
— Nivelul maxim al tensiunii sinusoidale de ieșire: 3,16 V_{ef} în domeniul 10 Hz — 10 MHz și 10 V_{ef} în domeniul 10 Hz — 1 MHz.
— Afișarea tensiunii în valori eficace: 3 cifre (999 c.s.)
— Eroarea de măsurare a tensiunii sinusoidale de ieșire în gol: în funcție de scară și de frecvență maxim ± 3% c.s. și ± 4% ct.
— Nivelul maxim al tensiunii dreptunghiulare în gol: 20 V_{vv}.
— Curentul maxim dreptunghiular absorbit sau debitat: 70 mA pentru scara de 3 V_{vv} și 25 mA pentru scara de 10 V_{vv}.
— Polaritatea semnalului dreptunghiular: impulsuri pozitive pentru scările de maximum 3 V_{vv} și axate pe zero pentru scara de maximum 10 V_{vv}.
— Raportul semnal/pauză al tensiunii dreptunghiulare: 45/55 — 55/45 la nivel maxim.
— Afișarea tensiunii dreptunghiulare: se măsoară $U_{vv}/2$ cu 3 cifre (999 c.s.).
— Eroarea de măsură a tensiunii dreptunghiulare în gol: ±2% c.s. și ±4% ct.

Aparatul este dotat cu o ieșire separată ce furnizează semnal dreptunghiular compatibil cu circuitele TTL de viteză medie. Gama de frecvență este de 10 Hz — 1 MHz sau 10 Hz — 10 MHz cu potențiometrul de nivel al generatorului la maxim.

● **Funcția de frecvențmetru extern.**

— Domeniul de măsură: 10 Hz — 10 MHz.
— Afișare cu patru cifre (9999 c.s.) cu semnalizarea depășirii.
— Eroarea de măsură: ± 0,01% c.s. și ± 0,002% ct.

— Etalon intern: cristal de cuarț 1 MHz.
— Impedanța de intrare: 1 $M\Omega_{ef}$ 50 pF.
— Sensibilitatea pentru semnale sinusoidale: 100 mV_{ef}, 1 V_{ef}, 10 V_{ef}, 100 V_{ef} (protecție la 220 V_{ef} și 50 Hz).

● **Funcția de voltmetru extern.**
— Domeniul de frecvență: 10 Hz — 1 MHz.
— Afișare cu 3 cifre (999 c.s.) cu semnalizarea depășirii la 1200, 2,5 citiri pe secundă.
— Eroarea la măsurarea semnalelor sinusoidale (voltmetrul măsoară prin detecție valoarea medie, fiind etalonat în valori eficace): ± 0,5 % c.s.
— și ± 0,5% ct pentru intervalul 100 Hz — 100 kHz; ± 1% c.s. și ± 1,5 % ct. pentru intervalul 10 Hz — 1 NHz.
— Impedanța de intrare: 1 MΩ || 50 pF (protecție pentru 220 V, 50 Hz).

● **Afișare.**
— Cu memorie a frecvenței și tensiunii (segmente cu diode LED).
— Afișajul se stinge în domeniile unde eroarea nu se mai garantează, fapt ce împiedică citiri eronate. Pentru o funcționare corectă se va alege o gamă de frecvență corespunzătoare.
— Dacă se măsoară un semnal cu frecvență foarte stabilă, se va apăsa clapa „rezoluție × 10" a claviaturii. De exemplu. frecvența de1,172834 MHz se poate măsura prin comutarea rapidă a gamelor (rezoluție × 10): 1 — 10 MHz se citește 1,173 MHz, 100 kIIz — 1 MHz se citește 172,8 kHz, 10—100 kHz se citește 72,83 kHz și 1 — 10 kHz se citește 2,83.4 Hz.

● **Domeniul de temperatură.**
— Măsurătorile sînt garantate în gama + 5°C — + 40°C.

● **Alimentare**
— Tensiunea rețelei: 220 V ± 10%.
— Putere absorbită: max. 10 VA.

● **Caracteristici mecanice**
— Greutate: < 8 kg
— Dimensiuni: 300 × 155 × 395 mm.

5.6.3. Generatorul de semnal E-0503.

Generatorul livrează un semnal sinusoidal în banda de frecvență 100 kHz — 110 MHz cu un nivel reglabil în limitele 1 μV — 1 V. Posibilitățile de lucru ale aparatului sînt: nemodulat (NEMOD), modulat intern în amplitudine (MA) sau extern (MOD EXT), modulat în frecvență intern (MF) sau extern (MOD EXT)) și vobulat intern (VOB, FI-RR, FI-TV).

Frecvențele sînt indicate digital iar nivelul tensiunii de ieșire, gradul de modulație MA și deviația de frecvență MF (sau vobulare) pe discuri etalonate.

Generatorul este utilizat atît ca aparat de laborator cît și în service, pentru reglarea radioreceptoarelor, remarcîndu-se facilitatea oferită de vobularea frecvențelor de 10,7 MIIz și 455 kHz cu benzi de 600 kHz respectiv 30 kHz. Deasemenea aparatul permite vobularea unei frecvențe centrale de 34—43 MHz cu o excursie de frecvență minimă de 10 MHz, fiind astfel indicat pentru alinierea amplificatoarelor de FI-VS din televizoare pe orice normă.

I. — Caracteristici tehnice principale.

● **Frecvența** *(f)*
— Domeniul 0,1—110 MHz este împărțit în 7 game: I (0.1—0.316 MHz), II (0,316—1 MHz), III (1—3.16 MHz), IV (3.16—10 MHz), V (10—31,6 MHz), VI (31,6—80 MHz) și VII (80—110 MHz).

— Afișare digitală cu 5 cifre (diode LED). Indicația este în MHz.
— Rezoluție × 1 și × 10.
— Depășirea este indicată printr-un semn separat, substituind a cincea și a șasea cifră cînd este cazul.
— Reglajul: în 7 trepte, continuu brut și fin.

● **Tensiunea de ieșire** *(U)*

— Domeniul nominal: + 13 dBm ÷ — 133 dBm sau 1 V ÷ 0,15 μV pentru orice mod de lucru exceptînd MA.
— Impedanța de ieșire: 50 Ω (75 Ω cu adaptor care introduce o atenuare de 1,76 dBm).
— Reglare: brut (— 60 dB), sau continuu (— 3 dB ÷ + 13 dB) și în trepte de 10 dB (0 ÷ — 60 dB).

● **Modulația de amplitudine** *(MA)*

— Modulația internă: $f_m = 1$ kHz și $m = 0 \div 80\%$.
— Modulația externă: 0,05%/mV.
— Tensiunea de ieșire (U_0): pentru gamele I — VI scade cînd crește gradul de modulație astfel încît valoarea de vîrf $U_0 (1 + m)$ să fie mai mică sau egală cu valoarea maximă a tensiunii nemodulate din gama respectivă. De exemplu, pentru 1 V și $m = 0$ se pot obține 0,77 V și $m = 30\%$ sau 0,55 V și $m = 80\%$. La frecvențe mai mici de 30 MHz, tensiunea $U_0(1 + m)$ poate depăși cu 20—30% valoarea maximă. Pentru gama VII nivelul de ieșire maxim este de 0,5 V pentru orice m. Intrarea în limitare a etajului de ieșire este indicată optic pe panoul frontal și în acest caz trebuie redusă U_0 sau m.

● **Modulația de frecvență** *(MF)*

— Deviația de frecvență: $\Delta f = 0 \div 75$ kHz pentru gamele V ÷ VII, $f_m = 1$ kHz.
— Modulația externă: cu o sensibilitate mai bună de 2 V_{ef} pentru Δf_{max}.

● **Vobularea (VOB și FI—RR)**

— Frecvența centrală (0,1 ÷ 110 Mhz) afișată digital cu o eroare de $\pm 3\% \times 2\ \Delta f_{max}$.
— Lățimea maximă a benzii vobulate este în funcție de modul de lucru și gamă conform tabelului 5.2.

Tabelul 5.2.

Modul de lucru	VOB							FI-RR	
Gama	I	II	III	IV	V	VI	VIII	III + IV (10,7 MHz)	IV (6,5 MHz)
$2\Delta f_{max}$ (kHz)	15	30	60	150	300			600	300

Pentru frecvența de 10,7 MHz, clapele III și IV trebuiesc apăsate simultan.
— Liniaritatea vobulării: $\Delta f_1/\Delta f_2 = 0{,}8 \div 1{,}25$. Δf_1 și Δf_2 sînt benzi de frecvență delimitate de diviziuni echidistante pe ecranul unui osciloscop.
— Alte posibilități de vobulare: pe modul de lucru FI-RR, se menține constant raportul $\Delta f/f$ unde Δf_{max} la frecvența minimă a unei game este cu 15 — 25% mai mare decît valoarea obținută pe modul de lucru VOB. Se pot obține astfel și alte benzi vobulate: $2\Delta f = 250$ kHz la $f = 4{,}5$ MHz; $2\Delta f = 300$ kHz la $f = 5{,}5$ MHz; $2\Delta f = 700$ kHz la $f = 69$ MHz; $2\ \Delta f = 350$ kHz la $f = 97$ MHz etc.

Aceste benzi fiind neetalonate, se utilizează markeri externi care apar numai pe ieşirea de markeri şi nu pe semnalul de ieşire.
— Frecvenţa de vobulare: 50 Hz (pilotată de cuarţ).

● **Vobularea cu markeri interni** *(FI-TV)*
— Frecvenţa centrală: 34 — 43 MHz (neafişată).
— Excursia de frecvenţă maximă: minimum 10 MHz.
— Liniaritatea vobulării: $\Delta f_1/\Delta f_2 = 0{,}75 \div 1{,}33$ unde Δf_1 şi Δf_2 sînt benzi de frecvenţă delimitate de diviziuni echidistante pe ecranul osciloscopului de vizualizare a curbelor de selectivitate.
— Markeri de 1 MHz şi unul cu frecvenţa variabilă afişată digital.
— Frecvenţa de vobulare: 50 Hz (pilotată de cuarţ).
— Alte posibilităţi de vobulare: se poate vobula în două etape domeniul aproximativ de 20—60 MHz.

● **Alimentare**
— Reţea: 220 V ± 10%, 50/60 Hz.

● **Domeniul de temperatură**
— Temperatura de referinţă a caracteristicilor: 23°C ± 2°C.
— Domeniul de lucru: + 5 ÷ + 40°C.

II. — Descrierea panoului frontal.

Pentru a uşura manipularea aparatului, panoul frontal (fig. 5.40) este vopsit cu trei culori care cumulează comenzile din cadrul unui anumit mod de lucru. Astfel, culoarea albastră (*K1* şi *P1—K1*) corespunde modului FI-RR iar culoarea roşie (*K1*, *K2*, *P1-K1*, *R1*, *R3*) modului FI-TV.

Panoul este împărţit în trei sectoare principale: unul pentru reglarea nivelului, altul pentru reglarea frecvenţei şi ultimul pentru alegerea modului de lucru şi al parametrilor de modulaţie. Pe sectorul NIVEL, inscripţionările pentru *C1*, *P1-K1* şi *P2-K1* sînt făcute în culorile negru şi roşu. Culoarea neagră corespunde citirii tensiunii de RF direct în μV sau mV, iar culoarea roşie în dBm. Valorile citite corespund unei impedanţe de sarcină adaptate de 50 Ω. Dacă se utilizează un adaptor 50/75 Ω la ieşirea *J1* pentru o sarcină de 75 Ω, atunci nivelele de ieşire în mV sau μV sînt indicate corect iar nivelele în dBm trebuiesc corectate prin scăderea permanentă din indicaţia panoului a valorii de 1,76 dm.

Semnificaţia comenzilor şi bornelor de pe panoul frontal sînt prezentate în continuare.
— *K4*: comutator de reţea.
— *K2*: comutator de rezoluţie cu două poziţii. Pe poziţia *X1* afişajul pentru gamele I—IV şi V—VII are rezoluţiile de 1 respectiv 10 kHz iar pe poziţia *X10*, rezoluţia este de 0,1 şi 1 kHz. Atunci cînd *K1* este pe poziţia FI—TV, apar sau nu markeri de 1 MHz care sînt suprapuşi pe ieşirea *J1* după cum *K2* se află pe poziţia CU sau FĂRĂ. Deasemenea, aceşti markeri apar separaţi şi pe borna *J4* a panoului din spate.
— *P4*: afişaj cu 5 cifre din 7 segmente cu diode LED. Prima cifră afişează numai numărul 1 cînd *K2* se află pe REZOLUŢIE *X1* şi eventual semnul ≡ de depăşire a indicaţiei pentru *K2* pe REZOLUŢIE × 10. De exemplu, dacă pe poziţia × 1 se afişează 105,75 iar pe poziţia × 10 cifrele ≡ 5,753, atunci frecvenţa este 105,753 MHz.
— *C2*: indicatorul parametrilor de modulaţie. Este un disc gradat cu un unghi de rotaţie de aproape 180° şi are 3 scări cu două repere. Reperul din stînga corespunde la două scări Δf: 0—75 şi 0—600 kHz. Dacă *K1* se află pe poziţia MF, pe prima scară se va citi deviaţia de frecvenţă iar dacă se

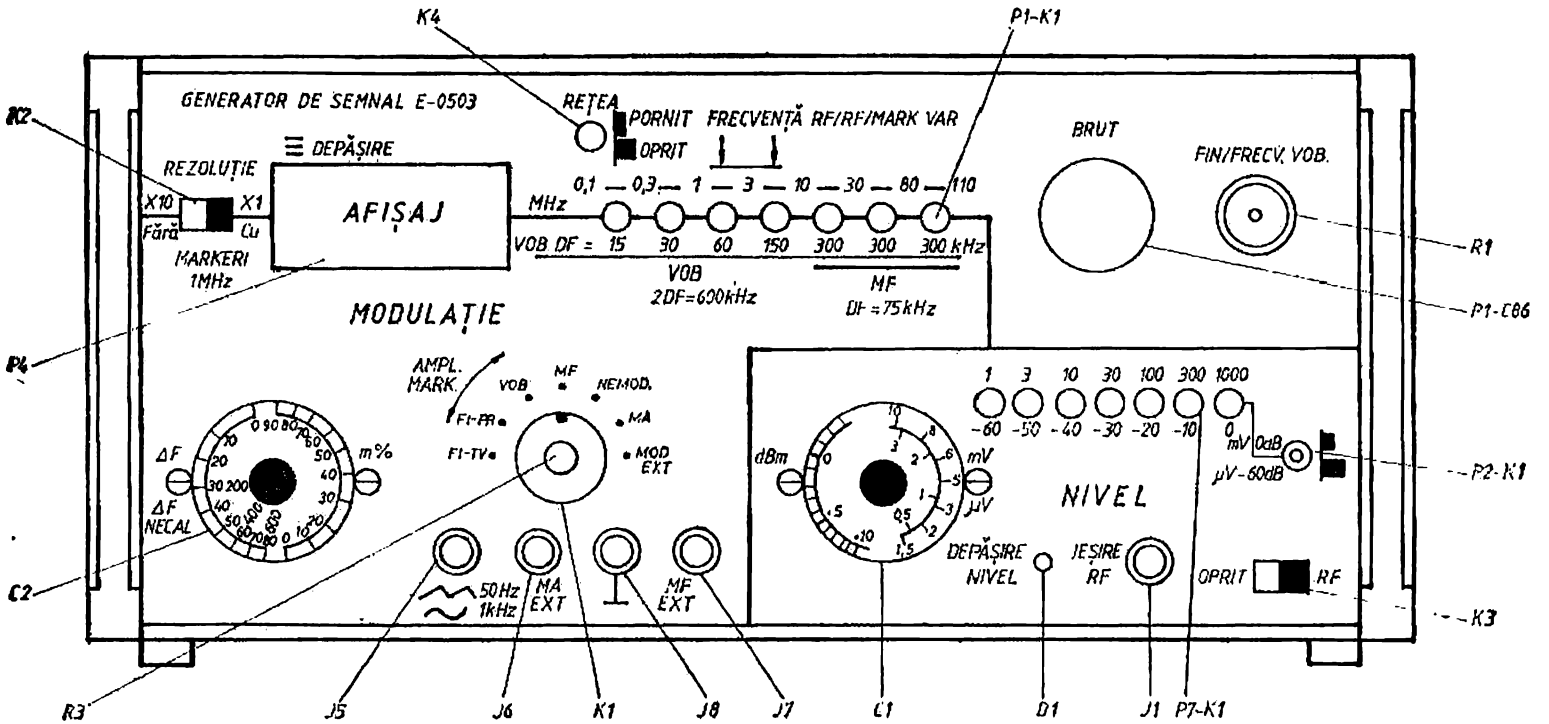

Fig. 5.40. Panoul frontal al generatorului de semnal E-0503.

află pe poziția VOB sau FI—RR se citește pe a doua scară lățimea benzii vobulate 2 Δf.

Atunci cînd *K 1* se află pe poziția FI—TV, cu discul *C2* se va regla lățimea benzii vobulate fără a lua în considerare indicațiile sale întrucît markerii stabilesc valoarea benzii.

Reperul din dreapta corespunde celei de a treia scări unde se poate citi gradul de modulație $m\%$.

— *K 1*: comutator al modului de lucru, respectiv al tipului de semnal RF disponibil la borna *J 1*. El are 7 poziții. MOD EXT (semnal RF modulat extern MA, MF sau simultan), *MA* (semnal RF modulat intern MA), NEMOD (semnal RF nemodulat), MF (semnal RF modulat intern MF) VOB (semnal RF vobulat în general), FI—RR (semnal de RF vobulat în special pentru frecvența centrală de 10,7 MHz), FI—TV (semnal RF vobulat cu markeri pentru reglajul AFI—VS din televizoare).

— *R 3*: reglajul amplitudinii markerilor.

— *J 5*: bornă de ieșire cu banane pentru semnale auxiliare a căror structură depinde de poziția comutatorului *K 1*. Astfel, pentru pozițiile FI-TV, FI—RR și VOB, borna livrează o tensiune de ieșire triunghiulară necesară baleiajului H sau sincronizării osciloscopului pe care se vizualizează curbele de selectivitate. Frecvența este de 50 Hz iar amplitudinea se poate regla în limitele 9—11 V_{cv} cu potențiometrul *R 5* de pe panoul din spate. Rezistența de ieșire maximă și rezistența de sarcină minimă sînt de cca 20 k Ω. Pe pozițiile MF, MA și MOD EXT, la borna *J 5* este disponibilă o tensiune sinusoidală cu frecvența de 1 kHz (identică cu cea a semnalului modulator) și amplitudinea proporțională cu indicațiile procentuale de pe discul *C 2* pentru *m*. Valoarea maximă este de 2 V_{ef} pentru poziția *MA* și scade cu frecvența pe pozițiile MF și MOD EXT (2 V_{ef} corespunde la frecvența minimă). Această tensiune indică valoarea ce trebuie aplicată din exterior pentru modulația MF externă astfel încît indicațiile discului Δf să rămînă valabile. Rezistența de ieșire este de 1 k Ω.

— *J8* : bornă de masă.

— *J 6*: bornă de intrare pentru semnalul modulator extern cînd *K 1* este pe poziția MOD EXT și se dorește ca semnalul RF să fie modulat în amplitudine.

— *J 7*: bornă de intrare pentru semnalul modulator extern cînd *K 1* este pe poziția MOD EXT iar semnalul RF trebuie modulat în frecvență.

— *J 1*: bornă de ieșire a semnalului RF (mufă BNC).

— *C 1*: indicatorul de nivel al tensiunii de ieșire. Este un disc cu un unghi de rotație de aproape 180° și trei scări gradate corespunzătoare la două repere. Reperul din dreapta servește la citirea directă în mV sau μV a tensiunilor de ieșire (pe 50 Ω sau 75 Ω cu adaptor) cu ajutorul a două scări 1,5—10 și 0,5—3. Unitatea de măsură (mV sau μV) depinde de poziția comutatorului *P2— K1* iar capătul de scară ce se utilizează (3 sau 10) este dictat de clapa care este apăsată la comutatorul *P7—K1*. Reperul din stînga corespunde unei scări (—3 — + 13) pe care nivelul tensiunii de RF este măsurat în dBm (decibeli-miliwat).

— *P7— K1*: atenuator în trepte de 10 dB.

— *P2— K1*: atenuator cu două poziții (0 și —60 dB) care stabilește unitatea de măsură a tensiunii (μV sau mV) de ieșire. Cînd se lucrează în *dB* indicațiile comutatoarelor *P2— K1*, *P7— K1* și ale discului C1 trebuiesc adunate.

— *K3*: comutator al semnalului de ieșire cu două poziții. Pe poziția RF el lasă să treacă semnalul la borna *J1*, iar pe poziția OPRIT, îl atenuează

foarte mult. Comutatorul este util cînd se dorește oprirea sau revenirea rapidă a semnalului fără deconectarea mufei BNC din *J 1* (impedanța de ieșire a generatorului se păstrează).

— *D1*: indicator cu diodă LED a depășirii nivelului pe poziția MA *(K1)*. Generatorul va funcționa cu distorsiuni mari și se impune reducerea nivelului cu *C1* sau a gradului de modulație cu *C2*.

— *R1*: potențiometru care asigură variația în limite foarte mici (pe toate pozițiile lui *K1* cu excepția FI—TV) a frecvenței generate obținîndu-se rezoluții mai bune de 10^{-3}. Pe poziția FI—TV, cu *R1* se reglează frecvența centrală a vobulării în limite largi (34—43 MHz).

— *P1—K1*: comutatorul gamelor de frecvență. Frecvența de 10,7 MHz corespunzătoare modului de lucru FI—RR (*K1*), se obține prin apăsarea simultană (indicată pe panou) a clapelor domeniilor 1—3 și 3—10.

— *P1*—C86: condensator de acord continuu a frecvenței generate în cadrul unei game.

III. — **Descrierea panoului din spate**

Pe panoul din spate se găsesc o serie de borne după cum urmează (fig. 5.41)

— *J15*: conector pentru alimentare de la rețea de tip Schuko.

— *J2*: mufă pentru markeri externi.

— *J3*: mufă pentru măsurarea frecvenței cu o rezoluție mai mare ca cea a afișajului (se utilizează un frecvențmetru separat).

— *J9*: bornă de masă suplimentară.

— *F1*: siguranță temporizată de 0,6 A.

— *R5*: potențiometru pentru reglajul în limite mici a nivelului semnalului triunghiular de la borna *J5*. Se utilizează la încadrarea pe axa *x* cînd semnalul de pe *J5* comandă deflexia pe orizontală a osciloscopului necesar vizualizării curbelor vobulate.

IV. — **Aplicații specifice generatorului.**

● **Determinarea caracteristicii amplitudine—frecvență a unui amplificator de bandă largă.** Aceasta presupune două metode: punct cu punct și prin vobulare.

— Metoda punct cu punct se aplică prin trecerea comutatorului *K1* pe poziția NEMOD iar cu *P1—K1* și *P1*—C86 se variază frecvența în domeniul dorit. Semnalul de la mufa *J1* se aplică la intrarea amplificatorului studiat, iar la ieșirea lui, citirea se va face cu un voltmetru electronic.

— Metoda vobulării se poate aplica în domeniul 20—60 MHz. Pentru aceasta semnalul de la ieșirea *J1* se aplică (adaptat) la intrarea amplificatorului.

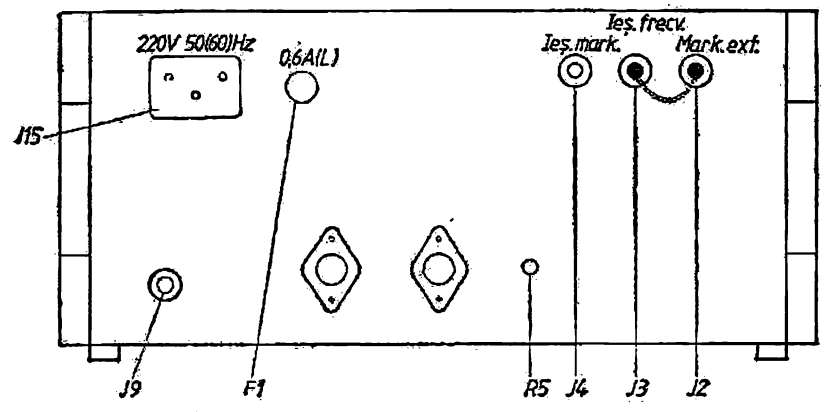

Fig. 5.41. Panoul din spate al generatorului de semnal E-0503.

Comutatorul *K1* se trece pe poziția FI—TV iar cu *C2* se variază lățimea benzii vobulate. Frecvența centrală se stabilește cu *R1*. Limitele extreme de vobulare sînt 20—40 MHz și 30—60 MHz (se obțin cu *C2* la maxim prin reglajul potențiometrului *R1*). Vizualizarea curbei de selectivitate se face cu ajutorul unui osciloscop aplicînd printr-o sondă de detecție semnalul de la ieșirea amplificatorului pe intrarea *V* (*Y*). Baza de timp internă a osciloscopului se deconectează și pe borna *H* (*X*) se aplică tensiune triunghiulară (dinte de fierăstrău) de la mufa *J5* a generatorului. Încadrarea pe orizontală se realizează cu *R5* de pe panoul din spate. Imaginea este foarte stabilă dar prezintă o linie orizontală mai luminoasă (întoarcerea spotului). Fenomenul este mai vizibil la poziții minime ale discului *C2*. Pentru a elimina neajunsul vizualizării cursei inverse, se utilizează un osciloscop cu baza de timp declanșată (sincronizată) de semnalul de la borna *J5*.

Markerii se pot vizualiza direct pe semnalul RF injectat sau pe un al doilea spot comandat de *J4*. În ultimul caz trebuie utilizat un osciloscop cu două canale *V* (*Y*). Markerii sînt fiși (comutați cu *K2*) și unul variabil (cu *P1*—C86 și *P1*—K1). Markerul variabil are frecvența afișată iar amplitunea este de circa 3 ori mai mare ca a markerilor de 1 MHz. Identificarea markerilor la distanțe de 1 MHz între ei se face prin suprapunerea markerului variabil (determinat prin afișaj).

Cazul tipic de utilizare îl constituie reglajul unui AFI—VS din televizoare. În acest caz, prin utilizarea markerilor se va regla cu *C2* o excursie de frecvență de 10—15 MHz iar cu *R1* se stabilește o frecvență centrală de 35 MHz (norma OIRT).

● **Determinarea caracteristicii amplitudine—frecvență a unui amplificator de bandă îngustă.** În acest caz, metoda punct cu punct este greoaie și de aceea se recomandă vobularea. Vizualizarea se face prin metodele indicate la punctul anterior.

Pentru vobularea unui amplificator de FI—MA dintr-un radioreceptor se trece comutatorul *K1* pe poziția VOB., *P1*—*K1* se comută pe gama II (domeniul 0,3—1 MHz) iar cu *P1*—*C86* se stabilește frecvența afișată de 455 kHz. Dacă se trece discul *C2* pe poziția 75—600 (reperul din stînga Δf) atunci lățimea benzii vobulate va fi de 30 kHz. Imaginea se va încadra pe axa orizontală a osciloscopului considerată a avea 10 diviziuni — fiecare diviziune de cca 3 kHz. Pornind de la stînga la dreapta, liniile verticale ale caroiajului vor desemna frecvențele: 440, 443, 446, 449, 452, 455, 458, 461, 464, 467, 470 kHz. Atunci cînd *C2* este pe poziția 50—400, lățimea benzii vobulate va fi de 20 kHz. Caroiajul vertical corespunde frecvențelor: 445, 447, 449, 451, 453, 455, 457, 459, 461, 463, 465 kHz.

În tabelul 5.3 se prezintă lățimea benzii vobulate (în kHz) în funcție de gama de frecvență și indicațiile discului *C2*. Încadrarea imaginii pe axa orizontală a osciloscopului se face considerînd că aceasta este gradată în 10 diviziuni.

Tabelul 5.3

	Gama	I	II	III	IV	V — VII (calitativ)
Poziția C2	75—600	15	30	60	150	300
	50—400	10	20	40	100	200
	25—200	5	10	20	50	100
	22,5—	4,5	9	18	45	90

Atunci cînd *K1* este pe poziția FI—RR lățimea benzii vobulate este indicată corect de *C2* numai pentru frecvența de 10,7 MHz. Aceasta se obține prin apăsarea simultană a clapelor III și IV (P1—K1) și rotind P1—C86 pînă cînd afișajul indică 10,7 MHz.

Pe ambele poziții *FI—RR* și VOB ale lui *K1* se poate lucra și cu markeri. În acest caz este necesar un osciloscop cu dublu spot: pe un canal se vizualizează curba de selectivitate iar pe celălalt canal markerii de la borna *J4* (panou spate). În funcție de poziția comutatorului *K2* apar sau nu markeri de 1 MHz. Markerul cu frecvența variabilă nu mai există și de aceea este necesară introducerea la borna *J2* (panou spate) a unor semnale de 0,2—0,4 V cu rol de markei externi. Ele pot fi luate de la un VERSA TESTER E-0502 pînă la 10 MHz sau de la alt generator de semnal E-0503 pentru toată gama de frecvențe. Pe poziția VOB, la frecvențe sub cîțiva MHz, markerii de 1 MHz și externi devin foarte lați și operațiunile de acord sînt îngreunate. Funcționarea cu markeri este strict necesară pe poziția *FI—RR* cu excepția frecvenței de 10,7 MHz. Frecvența centrală în acest caz este citită pe afișaj iar cu ajutorul markerului extern variabil (citit pe generatorul de la care provine) se poate determina banda de trecere.

● **Utilizarea generatorului modulat în frecvență.**

Prin trecerea comutatorului *K1* pe poziția MF, semnalul de RF de la borna *J1* va fi modulat intern în frecvență. Cu *P1—K1* și *P1—C86* se reglează frecvența centrală (afișată) iar cu discul *C2* deviația de frecvență dorită. Etalonarea discului de la 0 la 75 kHz este valabilă pentru gamele V—VII. Semnale modulate MF se pot obține și pentru celelalte game cînd *K1* se trece pe poziția VOB. Deviațiile maxime de frecvență în acest caz vor fi de cca 12 ori mai mici ca 2 Δf. Tensiunea modulatoare de 1 kHz este accesibilă la *J5* și ea variază simultan cu deviația de frecvență prin acționarea discului *C2*.

Pentru modulație externă, *K1* se trece pe poziția MOD EXT iar semnalul modulator se aplică în *J7*. Indicațiile discului *C2* sînt valabile atunci tensiunile pe *J5* și *J7* (măsurate succesiv cu un voltmetru de c.a.) sînt egale. De aceea în permanență nivelul semnalului extern injectat în *J7* va trebui adus la valoarea din *J5*.

● **Utilizarea generatorului modulat în amplitudine.**

Modularea în amplitudine a semnalului RF de la borna *J1* se face intern prin trecerea comutatorului *K1* pe poziția MA. Frecvența se reglează cu *P1—K1* și *P1—C86* iar gradul de modulație cu discul *C2* ce are calibrare garantată pentru $m = 0—80\%$. Indicatorul de depășire nvel (*D1*) cînd semnalizează o creștere excesivă a valorii de vîrf $U_0(1 + m)$, impune o reducere a lui m cu circa 20% sau lui U_0 cu circa 2 dB; în caz contrar vor apare distorsiuni mari.

● **Utilizarea scărilor de măsură a nivelului în decibeli.**

Pentru o sarcină adaptată de 50 Ω, nivelul 0 dBm (decibeli-miliwat) corespunde la o tensiune de circa 224 mV (pe scarcină). Pentru determinarea nivelului relativ a tensiunii de RF livrate de generator, se adună indicațiile discului *C1* și comutatoarelor *P2—I1*, *P7—K1*. De exemplu, dacă *C1* indică + 6 dBm, *P2—K1* este pe poziția — 60 dB iar *P7—K1* este apăsat pe — 30 dBm, atunci nivelul este de — 84 dBm. Pentru transformare în valoare absolută se utilizează tabelul 5.4. El arată corespondența dintre indicațiile scării în dBm pe de o parte și indicațiile scărilor în mV, μV pe de altă parte (cu eroare de maxim 0,5 %).

Tabelul 5.4.

Scara dBm	Scările mV / µV	Scara dBm	Scările mV / µV
+13	10–3,16	+4	3,55–1,12
+12	8,9–2,8	+3	3,16–1
+11	7,9–2,52	+2	2,82–0,89
+10	7,1–2,25	+1	2,5–0,79
+9	6,3–2	0	2,24–0,71
+8	5,6–1,78	–1	2–0,63
+7	5–1,58	–2	1,78–0,56
+6	4,47–1,41	–3	1,58–0,5
+5	4–1,26		

Dacă sarcina este de 75 Ω, atunci se va utiliza adaptorul anexă 50/75 Ω. În acest caz indicațiile în valori absolute (mV, µV) rămîn valabile iar indicațiile în dBm trebuiesc corectate cu 1,78 dB în sensul că în permanență va trebui scăzută această valoare.

5.7. Generatorul de mire.

Generatorul de mire constituie un aparat absolut indispensabil în reglarea, măsurarea și depanarea televizoarelor. El furnizează imagini-test cu diferite conținuturi, iar în majoritatea cazurilor și semnal de sunet.

Generatorul are o ieșire de semnal RF (pentru unul sau mai multe canale) care este modulat conform normelor TV. În funcție de complexitatea aparatului, mai pot exista borne de ieșire pentru: semnalul videocomplex, impulsuri de sincronizare și stingere pe linii și cadre.

Din punct de vedere funcțional există generatoare pentru semnal TV-alb-negru și generatoare pentru semnal TVC, acestea din urmă putînd funcționa și în regim cu suprimarea crominanței.

Pentru exemplificarea structurii și a modului de utilizare, vom prezenta în continuare două tipuri de generatore de mire aflate în dotarea rețelei de service a I. Electronica.

5.7.1. Generatorul de mire alb-negru.

Acest aparat cu codul „T.V. Tester 01" este realizat în sectorul de microproducție al I. Electronica-service.

Generatorul este montat într-o casetă de tip pupitru și are o greutate de cca 1 kg. Se alimentează de la rețeaua de 220 V ± 10% — 15%. Cuprinde cordon de rețea și cablu de RF cu mufă antenă. De asemenea mai este dotat cu o mufă jak pentru cuplarea la o sursă externă de AF (RR sau magnetofon). Dacă nu se dispune de o asemenea sursă, generatorul furnizează intern un semnal modulator audio de 1 kHz.

Semnalul RF furnizat corespunde canalelor 2,6 și aproximativ 25, selectate prin două comutatoare. Modulația de sunet se realizează numai pe canalul 6. Schema bloc a generatorului este prezentată în fig. 5.42.

Aparatul cuprinde un oscilator care generează impulsuri de tact cu frecvența 20 f_H = 312,5 kHz. Prin prelucrarea acestora, folosind divizoare de frecvență, numărătoare și porți, se obține semnalul video complex. Formatorul SVC este construit cu 10 circuite integrate logice de tip TTL produse la I.P.R.S. Băneasa. El livrează un semnal video complex simplificat (suficient pentru majoritatea situațiilor întîlnite în depanare) în sensul că nu există

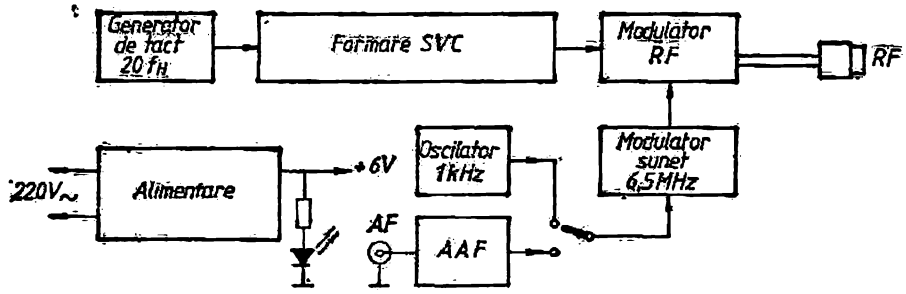

Fig. 5.42. Schema bloc a generatorului de semnal TV alb-negru.

întreţeserea semicadrelor (312 linii în loc de 625). Structura semnalului video poate fi modificată prin combinaţia a 4 comutatoare. Modulatorul RF are nivel fix de ieşire şi conţine un oscilator ce poate fi comutat ca frecvenţă pe unul din cele trei canale. Pentru obţinerea purtătoarei de sunet a canalului 6, modulatorul mai primeşte un semnal de 6,5 MHz, modulat MF intern cu 1 kHz sau extern de la o sursă de AF.

Alimentarea circuitelor integrate precum şi a celorlalte etaje tranzistorizate se face cu un alimentator ce furnizează o tensiune stabilizată de + 5 V.

Trebuie menţionat că generatorul, în funcţie de necesităţi locale, poate fi produs să funcţioneze şi pe alte canale decît cele menţionate.

● **Semnalele video de test** furnizate prin combinaţia a patra comutatoare sînt după cum se prezintă în continuare.

— *Caroiaj de linii fine albe pe fond negru.* Întrucît liniile orizontale corespund unei singure curse directe a baleiajului orizontal (52 μs), acestea sînt utile pentru aprecierea şi reglarea focalizării. Deasemenea, la televizoarele în culori se poate utiliza pentru controlul convergenţei statice şi dinamice. Liniile verticale albe în funcţie de forma lor dau informaţii cu privire la definiţie sau la regimul tranzitoriu.

— *Caroiaj de linii fine negre pe fond alb.*

— *Puncte albe* pe *fond negru.* Se pot face aprecieri cu privire la focalizare, regim tranzitoriu sau convergenţa cinescoapelor color.

— *Benzi orizontale* şi *verticale negre pe fond alb.* Imaginea este utilă pentru aprecierea şi reglarea dimensiunilor H şi V precum şi a liniarităţilor.

— *Patrate negre pe fond alb.* Se pot trage concluzii în ceeace priveşte palierul impulsurilor de frecvenţe joase. La un televizor corect reglat fondul negru al patratelor trebuie să fie uniform.

— *Tablă de şah.* Imaginea este utilă pentru aprecierea şi reglarea dimensiunilor H şi V precum şi a liniarităţilor. De asemenea se poate utiliza pentru centrarea imaginii la televizoarele AN.

— *Cîmp alb.* Imagine deosebit de utilă pentru aprecierea reglajului *punctului de alb* al cinescoapelor color.

— *Cîmp negru.* Imaginea permite determinarea cursei potenţiometrului de reglaj a luminozităţii, precum şi funcţionarea axării pe palierul de negru a semnalului video pentru curenţi de fascicol mici şi medii (strălucirea imaginii nu trebuie să se modifice cînd se acţionează reglajul de contrast şi potenţiometrul de luminozitate este spre minim).

● **Datele tehnice** ale semnalelor furnizate sînt după cum urmează.

— Frecvenţa liniilor: 15.625 ± 15 Hz

— Frecvenţa cadrelor: 50 ± 0,1 Hz

— Durata impulsului de sincronizare linii: 4,7 ± 1 μs

— Durata impulsului de stingere linii: 12 ± 2 μs
— Durata impulsului de sincronizare cadre: 180 ± 30 μs
— Durata impulsului de stingere cadre: 1 500 ± 200 μs
— Frecvența purtătoarei de sunet aplicată modulatorului de RF pe canalul 6: 6,5 MHz ± 1%
— Deviația de frecvență a purtătoarei de sunet modulată intern: ± 50 kHz
— Impedanța de ieșire a bornei de RF: 75 Ω
— Nivelul semnalului de RF: în funcție de canal între 2 și 10 mV_{sf}
— Modulația video: MA negativă

5.7.2. Generatorul de mire TESLA tip BM 516.

Aparatul este destinat verificării și depanării atît a televizoarelor alb-negru, cît și în culori. Furnizează semnal de RF pentru toate benzile TV, selecția canalelor făcîndu-se cu o claviatură ce cuprinde 10 poziții. Semnalul video complex modulator conține toate detaliile în ceace privește impulsurile de stingere și sincronizare conform normelor OIRT sau CCIR. Compoziția semnalului video, respectiv tipul de imagine, se poate alege prin acționarea unei a doua claviaturi cu 10 clape. Semnalul rezultat poate fi un semnal de TV—AN sau în culori pentru sistemele PAL sau SECAM III b optimizat. Trecerea de pe un sistem pe altul se realizează cu ajutorul unui comutator separat. Deasemenea, prin intermediul unui alt comutator există posibilitatea suprimării semnalelor de sincronizare a culorii (burst, pe PAL și semnalele de identificare, pe SECAM).

Purtătoarea de sunet a canalului — printr-un comutator rotativ cu 5 poziții — poate fi suprimată, nemodulată sau modulată cu 400 Hz pe normele OIRT și CCIR. Pe panoul frontal se mai găsește un buton cu care se poate regla nivelul semnalului de RF în limitele 0—60 dB și un alt buton care permite ajustarea fină a frecvenței purtătoare de imagine a canalului utilizat. Generatorul este dotat cu o ieșire de semnal RF, două ieșiri de semnal video complex (polaritate pozitivă respectiv negativă) și patru ieșiri pentru impulsurile de stingere și sincronizare linii și cadre. Mufele de interconectare sînt de tip BNC.

Schema bloc a generatorului este prezentată în fig. 5.43.

Etajul pilot *(1)* este constituit de un oscilator cu cristal de cuarț ce lucrează pe armonica 20 a frecvenței liniilor — 312,5 kHz. Aceasta furnizează impulsurile de tact care comandă blocul divizoarelor de frecvență *(2)* și mai departe, formatoarele impulsurilor de sincronizare *(3)* și stingere *(4)*. Deasemenea, prin intermediul etajelor *(5)*, *(6)* și *(7)* se obțin: semnalele video pentru imaginile alb-negru, componenta de luminanță a semnalului video complex color și semnalele video diferență de culoare necesare modulatoarelor PAL, SECAM.

Sumatoarele *(8)* și *(9)* realizează aplicarea impulsurilor de sincronizare și stingere la semnalul video rezultînd semnalul video complex de luminanță (*Y*) Semnalele video diferență de culoare comandă oscilatoarele modulate MA—PS pentru PAL *(21)* și MF pentru SECAM *(11)*, ele funcționînd separat prin intermediul unui comitator. Se obțin astfel semnalele complexe color (SCC) specifice sistemului care se utilizează.

Etajele de video frecvență *(12)* realizează semnalul video complex color (SVCC) prin mixarea SCC cu semnalul de luminanță *Y* întîrziat cu un timp (640 ns) egal cu timpul de tranzit al semnalelor de crominanță prin modulatoarele *(11)* și *(21)*. SVCC se aplică bornelor de ieșire cu polaritate în antifază prin intermediul unor etaje separatoare și adaptoare de impedanțe. De ase-

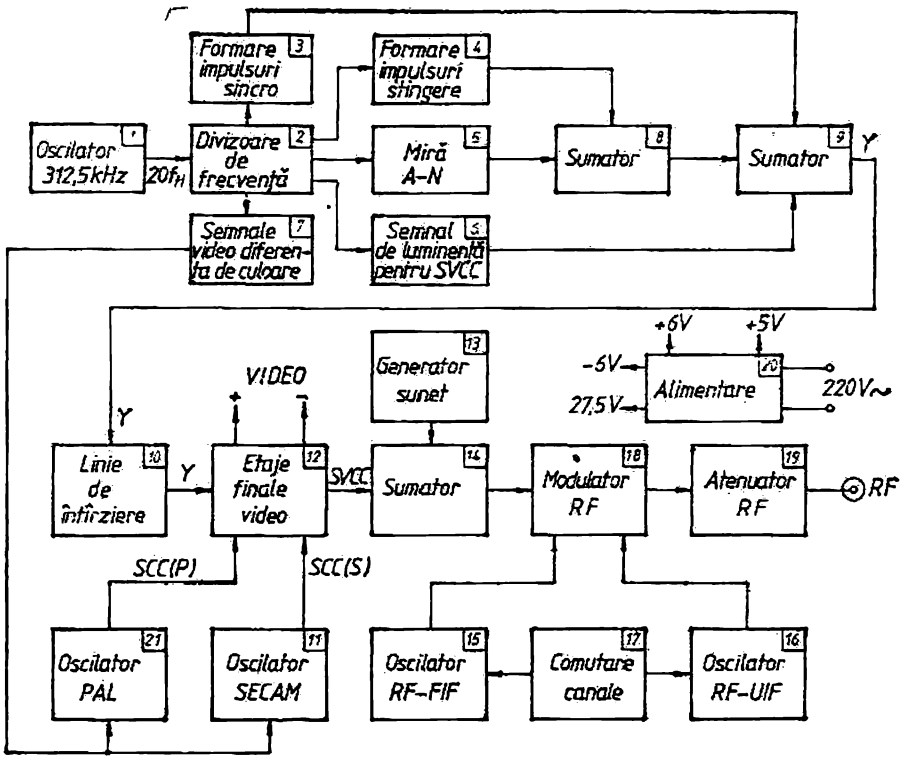

Fig. 5.43. Schema bloc a generatorului TESLA tip BM 516.

menea, semnalul video complex color este însumat în blocul *(14)* cu un semnal de 6,5 MHz sau 5,5 MHz (în funcție de normă) ce poate fi modulat în frecvență intern cu 400 Hz.

Frecvențele purtătoare de imagine ale canalelor de TV (furnizate de generator) se obțin cu oscilatoarele *(15)*, *(16)* și modulatorul *(18)*. Nivelul de ieșire este reglabil continuu cu un atenuator (0—60 dB) care are ieșirea pe 75 Ω.

I. — Structura semnalelor video și modul lor de interpretare.

● **Tablă de șah.** Imaginea cuprinde un număr de 12 pătrate pe verticală și 18 pe orizontală. Se pot aprecia și regla dimensiunile și liniaritățile H și V. Deasemenea, prin observarea suprafeței patratelor negre (care la un televizor corect reglat trebuie să fie uniformă) se poate determina vizual modul cum este transmis cinescopului palierul impulsurilor de joasă frecvență din semnalul video.

Întrucît la majoritatea televizoarelor moderne semnalul video de luminanță aplicat cinescopului este axat pe umărul de negru, imaginea tablă de șah permite aprecierea funcționării corecte a circuitelor de limitare a curentului de fascicol. Verificarea se face la valori mici sau medii ale curentului (strălucire mică sau medie) prin manevrarea potențiometrului de contrast. Zonele negre nu trebuie să sufere variații de luminozitate.

● **Bare verticale.** Numărul lor este de opt iar strălucirea variază de la alb (stînga) la negru (dreapta)trecînd prin trepte de gri. Nivelul barei albe este de 75% din amplitudinea semnalului video considerată între nivelul de negru (0) și nivelul de alb (100%) corespunzător unui grad maxim de modulație admis.

Acest semnal se mai numeşte şi semnal trepte de contrast, el constituind componenta de luminanţă a semnalului video complex color corespunzător mirei de bare colorate standard.

Imaginea permite aprecierea şi reglarea corectă a luminozităţii şi contrastului. La un televizor care corespunde normelor de fabricaţie, cele două reglaje trebuiesc acţionate astfel încît pe ecran să se distingă cele opt bare iar bara din dreapta să fie neagră.

● **Caroiaj de linii fine albe pe fond negru.** Cuprinde 17 linii verticale şi 13 linii orizontale. Intersecţia liniilor din centru este marcată prin întrerupere. Imaginea, pe lîngă informaţii cu privire la dimensiuni şi liniarităţi (H şi V), datorită marcajului central furnizează şi referinţa necesară centrăriirastrului.

Liniile orizontale albe, cuprinzînd o singură cursă directă a spotului (52 μs), se pot utiliza pentru aprecierea şi reglarea focalizării.

Liniile verticale cu o durată de 250 ns dau informaţii cu privire la definiţie şi regim tranzitoriu.

Pentru televizoarele în culori această imagine este tipică în aprecierea convergenţei tuburilor cinescop.

● **Puncte albe pe fond negru.** Poziţiile punctelor corespund intersecţiilor liniilor orizontale şi verticale din imaginea precedentă.

Prin vizualizarea acestei imagini se obţin informaţii cu privire la focalizare, regim tranzitoriu, definiţie şi convergenţă.

● **Linii verticale.** Frecvenţa liniilor se poate selecta cu ajutorul unui comutator rotativ: 1, 2, 3, 4, 5 sau 6 MHz. Imaginea se utilizează pentru determinarea definiţiei pe orizontală.

● **Bare verticale colorate.** Imaginea reprezintă mira standard de bare colorate saturate 75% care constituie elementul de referinţă în televiziune în culori. Prin intermediul unui comutator de pe panoul frontal, genratorul poate funcţiona în PAL sau în SECAM. Pentru verificarea funcţionării corecte a decodoarelor, semnalele de sincronizare a culorii — burst, respectiv identificare — pot fi suprimate printr-un comutator.

● **Benzi colorate orizontale.** Această imagine reproduce de sus în jos culorile mirei de bare colorate standard în ambele sisteme. Este utilizată pentru aprecierea reproducerii culorilor de bază pe toată axa orizontală a cinescopului.

● **Cîmp roşu.** Imaginea se caracterizează la un televizor în culori care funcţionează în limitele normei de fabricaţie printr-o distribuţie uniformă a culorii roşii pe întreg ecranul. Se utilizează pentru aprecierea demagnetizării cinescoapelor în culori.

● **Trepte de roşu.** Imaginea corespunde unui semnal de luminanţă identic cu cel al mirei de bare colorate standard pe care este suprapus un semnal de crominanţă roşu.

● **Cîmp alb.** La un televizor în culori aflat în parametrii normei de fabricaţie, indiferent de sistem, trebuie să rezulte pe ecran o imagine albă. Întrucît semnalul video complex color furnizat de generator în acest caz conţine şi semnalele de sincronizare a culorii care fac ca decodorul să fie în funcţie, imaginea este deosebit de utilă pentru aprecierea reglajului corect al demodulatoarelor de crominanţă în sistemul SECAM.

II. — **Caracteristici tehnice.**

● **Gamele de frecvenţă ale purtătoarei video** (norma OIRT).

— Banda I: 48 — 61 MHz
— Banda II: 65 — 95 MHz
— Banda III: 174 — 225 MHz
— Banda IV: 470 — 600 MHz
— Banda V: 600—859 MHz

Generatorul este reglat să funcționeze pe anumite canale din benzile menționate astfel: 1 canal în banda I, 1 canal în banda II, 2 canale în banda III, 3 canale în banda IV, 3 canale în banda V. Selecția canalelor se face printr-o claviatură cu 10 poziții iar acordul fin, cu ajutorul unui potențiometru accesibil de pe panoul frontal.

● **Nivelul de ieșire al semnalului RF.**
— Maxim 8 mV_{ef} pe o impedanță de ieșire de 75 Ω.
— Reglabil cu un atenuator continuu între 0 și cca — 60 dB.
— Conectare: mufă BNC

● **Modulația purtătoarei video.**
— Modulație MA, negativă, cu două benzi laterale.
— Semnalul video modulator corespunde normelor cu 625 linii OIRT și CCIR.

● **Modulația purtătoarei de sunet.**
— Modulație MF a unei frecvențe intermediare de 6,5 MHz (OIRT) sau 5,5 MHz (CCIR) care se mixează cu semnalul video complex.
— Nivel: circa 10% din purtătoarea de video.
— Deviația de frecvență: ± 50 kHz.
— Semnal modulator intern: 400 Hz.

● **Impulsurile de sincronizare ale semnalului video complex.**
— Frecvența liniilor: 15.625 Hz ± 0,1%.
— Frecvența semicadrelor: 50 Hz ± 0,1%
— Impulsul de sincronizare linii: 3,8 ± 0,2 μs.
— Impulsul de sincronizare semicadre: format din 5 impulsuri de 27,2 ± 0,4 μs.
— Impulsuri de egalizare: 2 × 5 impulsuri cu durata 2,4 ± 0,2 μs.

● **Impulsurile de stingere ale semnalului video complex.**
— Linii: 12,8 μs ± 0,1%
— Semicadre: 23,5 (24) linii.

● **Semnale de crominanță.**
— Pe sistemul PAL: Frecvența subpurtătoarei este de 4,433619 MHZ ± 100 Hz. Burstul cuprinde circa 12 perioade ale subpurtătoarei fiind așezat pe umărul posterior al impulsului de stingere linii la 5,6 μs după frontul anterior al impulsului de sincronizare. Faza lui este de 180° ± 45° (alternată pe linii).
— Pe sistemul SECAM III b optimizat. Pentru liniile D'_R: frecvența de repaus (semnal de alb) 4,40625 MHz ± 500 Hz; deviația maximă de frecvență +350 kHz și —500 kHz cu o toleranță de ±10%. Pentru liniile D'_B: frecvența de repaus (semnal de alb) 4,250 MHz ±500 Hz; deviația maximă de frecvență + 500 kHz și — 350 kHz cu o toleranță de 10%.

● **Ieșiri de semnale auxiliare.**
— Semnal video complex color cu polaritate pozitivă.
— Semnal video complex color cu polaritate negativă.
— Semnal complex de stingere (linii și cadre)
— Semnal complex de sincronizare (linii și cadre.)
— Impulsuri de stingere linii.
Nivelele de ieșire sînt de 1 V_{vv} pe o impedanță de 75 Ω. Conectarea se realizează cu mufe BNC.

● **Condiții de lucru.**
— Temperatura de referință: + 23°C ± 2°C.
— Gama temperaturilor ambiante: ± 10°C — ± 35°C.
— Alimentare: 120 V sau 220 V, ±10%. Puterea absorbită este de 35 VA (50 Hz).
— Timpul de intrare în regim normal de funcționare: cca 15 minute după conectarea la rețea.

5.8. Frecvențmetrul.

Frecvențele se pot măsura prin două metode: analogice și numerice. Metodele analogice se bazează pe compararea cu mărimi cunoscute ca de exemplu frecvențe sau impedanțe. Metodele numerice sau digitale au la bază numărarea ciclilor într-un interval de timp dat. Datorită preciziei ridicate a metodelor numerice (10^{-7} — 10^{-12} față de 10^{-2}), gamei largi de valori măsurabile cu același aparat, precum și a comodității citirii, acestea sînt folosite astăzi aproape în exclusivitate.

5.8.1. Principiul de funcționare al unui frecvențmetru digital.

Deoarece funcția principală a acestui tip de frecvențmetru constă în numărarea ciclilor semnalului într-un interval de timp dat, partea principală a schemei este un numărător. Din acest motiv aparatul se mai numește și frecvențmetru-numărător. Prin combinarea numărătorului cu diferite circuite auxiliare se pot măsura mărimi ca: frecvențe, perioade, intervale de timp, lățimea impulsurilor.

În fig. 5.44 se prezintă schema bloc a unui frecvențmetru-numărător.

Semnalele sinusoidale a căror frecvență se măsoară prin numărare sînt aplicate unui circuit de intrare care are rolul de a le transforma în impulsuri de nivele logice „0" și „1" compatibile cu circuitele integrate care urmează în schema bloc. Funcționarea circuitului de intrare se poate urmări pe fig. 5.45.

De la borna de intrare, semnalul se aplică prin intermediul unui circuit de cuplaj în c.c. sau c.a. care permite, sau nu, trecerea componentei continue, unui atenuator ce realizează un nivel corespunzător al tensiunii de intrare. Urmează un etaj limitator cu rol de a proteja restul circuitelor de eventualele supratensiuni. Mai departe, semnalul se aplică unui amplificator de intrare realizat cu tranzistoare cu efect de cîmp care prezintă o impedanță de intrare mare și o mică impedanță de ieșire. Acesta comandă un amplificator diferențial care asigură o bună rejecție a zgomotului de mod comun. Triggerul Schmitt care urmează, are rolul de a transforma semnalele cu formă sinusoidală în semnale cu aceiași frecvență dar de formă dreptunghiulară. Funcționarea lui

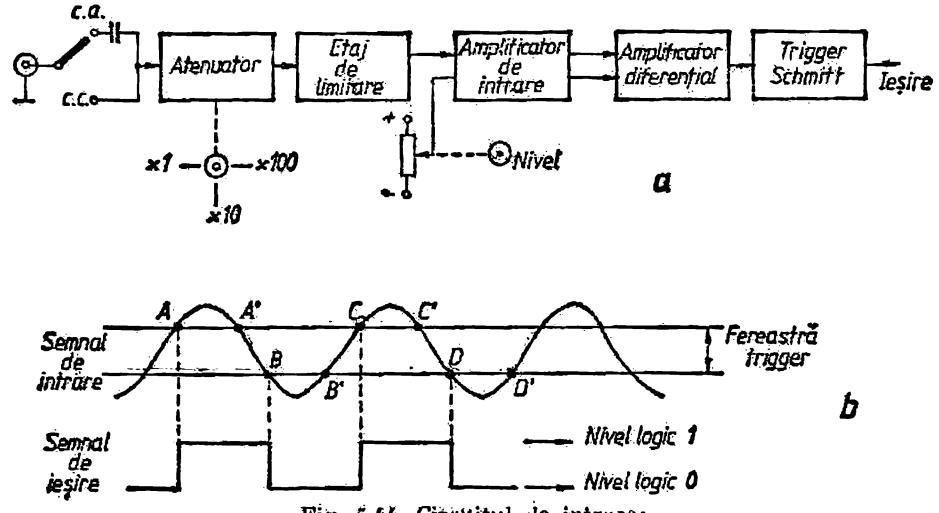

Fig. 5.44. Circuitul de intrare:
a — schemă bloc; b — semnalul triggerului Schmitt.

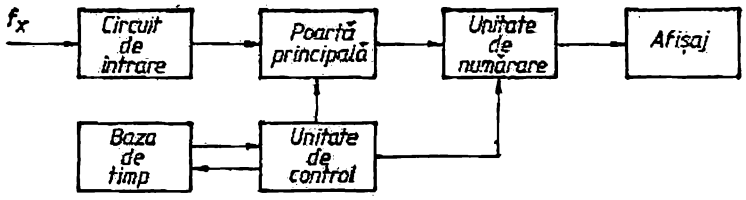

Fig. 5.45. Schema bloc a unui frecvențmetru-numărător.

este prezentată în fig. 5.45 *b*. Cînd semnalul de intrare depășește nivelul din punctul *A*, are loc basculareа triggerului și la ieșire apare un salt pozitiv al tensiunii corespunzător nivelului logic „1". Dacă nivelul semnalului scade sub valoarea din punctul *B*, atunci triggerul va reveni în starea în care la ieșire nivelul logic este „0". Diferența de nivel dintre punctele *A* și *B* se numește *fereastra* triggerului. Amplitudinea semnalului de la intrarea triggerului precum și poziția lui față de nivelul „0" sînt foarte importante pentru o basculare corectă. De aceea, pentru reglarea acestor două caracteristici este prevăzut un potențiometru de NIVEL.

Semnalul dreptunghiular de la ieșirea triggerului Schmitt este aplicat unei porți principale care este deschisă un anumit timp determinat de către unitatea de control logic (fig. 5.44). Poarta este un circuit logic de tip ȘI care primește pe o intrare *(1)* impulsurile de numărat și pe cealaltă intrare *(2)* un impuls care comandă deschiderea și închiderea ei (fig. 5.46). Semnalul de ieșire *(3)* există atîta timp (T_p) cît impulsul de la intrarea (2) are un nivel logic „1".

Dacă notăm cu T_0 perioada impulsurilor de numărat, atunci prin poartă vor trece un număr de impulsuri $N = T_p/T_0$.

Frecvența limită superioară care se poate măsura în mod obișnuit cu frecvențmetrul-numărător, este de 200—500 MHz. Ea depinde în principal de timpii de comutare ai triggerului Schmitt și porții.

Unitatea de control din fig. 5.44 este comandată de o bază de timp realizată cu un oscilator cu cuarț de mare precizie numit și etalon intern de frecvență. Cu ajutorul unui lanț de divizoare decadice se pot obține diverse frecvențe care în final comandă intrarea (2) a porții (fig. 5.47).

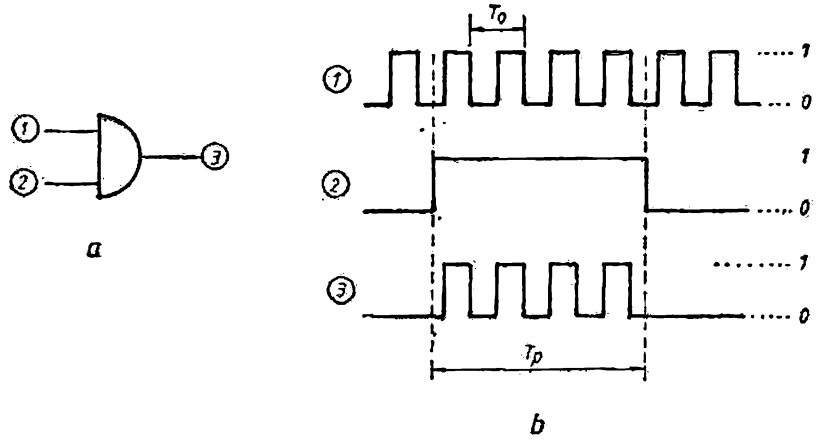

Fig. 5.46. Poarta principală
a — schema electrică; *b* — formele de undă.

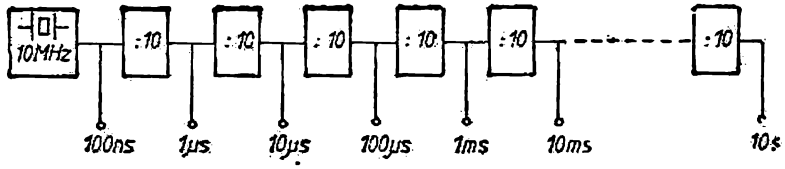

Fig. 5.47. Schema bloc a bazei de timp.

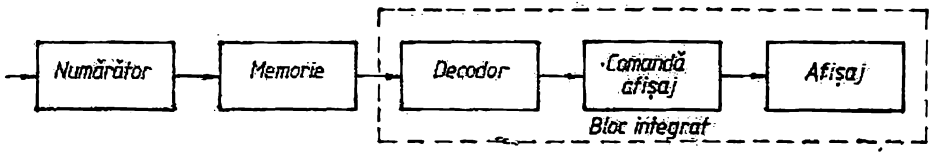

Fig. 5.48. Schema bloc a unității de numărare și afișare.

Stabilitatea în timp și cu temperatura a oscilatorului cu cuarț determină în mod esențial performanțele bazei de timp. De aceea aparatele sînt prevăzute cu un control automat al temperaturii (termostatare) iar periodic se recomandă recalibrarea cu ajutorul unui trimer și a unui standard de frecvență.

Semnalele care au trecut prin poartă vor fi numărate-de către unitatea de numărare zecimală și apoi afișate. Această unitate cuprinde numărătorul propriu-zis, o memorie care înregistrează rezultatul numărării, un decodor ce face conversia de la codul de numărare binar, la cel de afișare, circuitul de comandă al afișajului și afișajul (fig. 5.48).

Unitatea de control logic comandă diverse etaje putînd fi programată manual, automat intern sau automat de la distanță. Ea îndeplinește următoarele funcțiuni: comandă poarta principală, comandă transferul informației la memorii, resetează (aducere la zero) decadele numărătorului și divizorii bazei de timp, comandă timpul de afișare, comandă indicatoarele optoelectronice ale unităților de măsură (Hz, kHz, MHz, s, ms, μs), ale deschiderii porții și ale depășirii.

În continuare se va prezenta frecvențmetrul numeric E-0204 produs de întreprinderea IEMI-București, care datorită caracteristicilor tehnice și a ușurinței manipulării, este recomandat atît pentru dotarea laboratoarelor de măsurători și a liniilor de fabricație RR-TV și ăentru service.

5.8.2. Frecvențmetrul numeric E-0204.

Este un aparat realizat cu circuite integrate destinat măsurării frecvenței semnalelor electrice în domeniul 40 Hz—300 MHz. Afișarea mărimii se face cu 8 cifre, fiecare fiind realizată prin intermediul a 7 segmente cu diode LED. Deasemenea se indică automat: virgula, unitatea de măsură, depășirea registrului de măsurare.

Măsurătorile se efectuează în direct (pe borna A) pentru domeniul 40 Hz—40 MHz și prin divizare cu 10 (pe borna B) pentru domeniul 40 Hz—300 MHz.

I. — **Caracteristici tehnice.**

● **Intrarea** *A*

— Domeniul de frecvență: 40 Hz — 40 MHz.

— Domeniul de tensiuni: selectabil cu un atenuator cu două poziții. Pe poziția × 1: 25 mV_{ef} — 500 mV_{ef} pentru semnale sinusoidale și 100 mV_{vv} — 1,5 V_{vv} pentru impulsuri cu durata ≥ 10 ns.

Pe poziția × 10 : 250 mV_{ef} — 5 V_{ef} pentru semnale sinusoidale și 1 V_{vv} — 5 V_{vv} pentru impulsuri cu durata ≥10 ns.

Modul de lucru se alege printr-o claviatură cu trei poziții: impulsuri negative, semnal sinusoidal și impulsuri pozitive.

— Impedanța de intrare: 1 MΩ || 45 pF
— Tensiunea maximă admisă la intrare: 250 V_{cc} sau 230 V_{ef} până la 400 Hz și 10 V_{ef} până la 50 MHz.

● **Intrarea** *B*
— Domeniul de frecvență: 40 MHz — 300 MHz.
— Domeniul de tensiune: 50 mV_{ef} — 1 V_{ef}.
— Impedanța de intrare: 50 Ω.

● **Etalonul intern de frecvență**
— Frecvența oscilatorului cu cuarț: 5 MHz sau 10 MHz.
— Stabilitatea: 10^{-7}/zi
— Stabilitatea în domeniul de temperatură + 5°C ÷ +40°C : 10^{-7}.

● **Alte caracteristici**
— Afișare numerică în linie cu 8 cifre, cu sau fără memorie.
— Timpul de afișare: reglabil între 0,3 — 5 s.
— Reciclarea: manual sau automat.
— Unități de măsură: kHz sau MHz.
— Poziție automată a virgulei.
— Afișarea timpului de măsurare.
— Alimentare: 220 V, 50—60 Hz, 50 VA.
— Greutate: 5,5 kg.
— Temperatura de funcționare: 5—40° C.

II. — *Descrierea elementelor externe de punere în funcționare, reglare și control*

● *Panoul frontal* (fig. 5.49).

1 — Întrerupător de rețea.
2 — Diodă LED pentru semnalizarea depășirii registrului de numărare. În regim normal de funcționare ea este stinsă.
3 — Afișaj cu 8 cifre cu diode LED sub formă de segmente.
4 — Semnalizarea unității de măsură, kHz sau MHz.
5 — Semnalizarea timpului de măsurare prin diodă LED cu inscripția POARTA. Dioda se aprinde în timpul numărării și se stinge pe durata timpului de afișare.

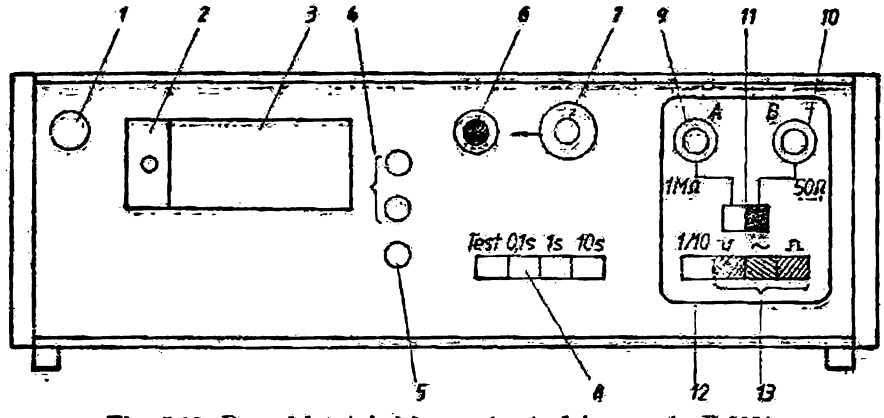

Fig. 5.49. Panoul frontal al frecvențmetrului numeric E-0204.

6 — **Întrerupător care prin apăsare permite reciclarea manuală.**

7 — Potențiometru cu întrerupător pentru reciclare automată. Pe poziția întrerupt, frecvențmetrul funcționează cu reciclare manuală iar prin reglarea cursei potențiometrului timpul de afișare se modifică între 0,3 și 5 s. După expirarea acestui timp aparatul efectuează o nouă măsurare a frecvenței de la intrare.

8 — Claviatură cu patru poziții: TEST, 10 s, 1 s și 0,1 s. Pe poziția TEST aparatul afișează frecvența etalonului intern de 5 MHz sau 10 MHz. Celelalte poziții corespund timpului de măsurare la intrarea A.

9 — Mufă BNC: Intrarea *A* de conectare a semnalului cu frecvența cuprinsă între 40 Hz și 40 MHz.

10 — Mufa BNC: intrarea B de conectare a semnalului cu frecvența cuprinsă între 40 MHz și 300 MHz.

11 — Comutator cu două poziții pentru selectarea intrării A sau B.

12 — Comutator cu două poziții pentru atenuarea semnalului la intrarea A: neapăsat — 1/1, apăsat — 1/10.

13 — Claviatură cu trei poziții pentru selectarea formei semnalului aplicat la intrarea *A*: impulsuri pozitive, semnal sinusoidal, impulsuri negative.

● **Panou din spate (fig. 5.50).**

1 — Siguranță fuzibilă (0,3 A).

2 — Mufă conectare a cordonului de rețea (Schuko).

3 — Comutator cu două poziții — MEMORIE. Comutat în sus, aparatul funcționează cu memorie, iar în jos, fără memorie.

4 — Comutator cu două poziții pentru selectarea etalonului de frecvență: STANDARD INTERN și STANDARD EXTERN.

5 — Mufă BNC la ieșirea căreia se obține un semnal cu frecvența de 5 MHz sau 10 MHz cînd comutatorul 4 este pe poziția STANDARD INTERN sau la care se aplică frecvența de referință externă (comutatorul 4 fiind pe STANDARD EXTERN).

III. — **Modul de utilizare.**

● **Punere în funcțiune.**

— Se conectează aparatul la o priză de alimentare (220 V ± 10%) de tip Schuko.

— Comutatorul *4* din fig. 5.50 se trece pe poziția STANDARD INTERN.

— Claviatura *8* din fig. 5.49 se trece pe poziția TEST. După acționarea întrerupătorului de rețea, afișajul se va aprinde indicînd frecvența de 5 000 kHz ± 1 Hz sau 10 000 kHz ± 1 Hz. Comutatorul *11* (fig. 5.49) se va afla pe poziția — intrarea A, iar potențiometru *7* — pe poziția AUTOMAT (extremă dreaptă).

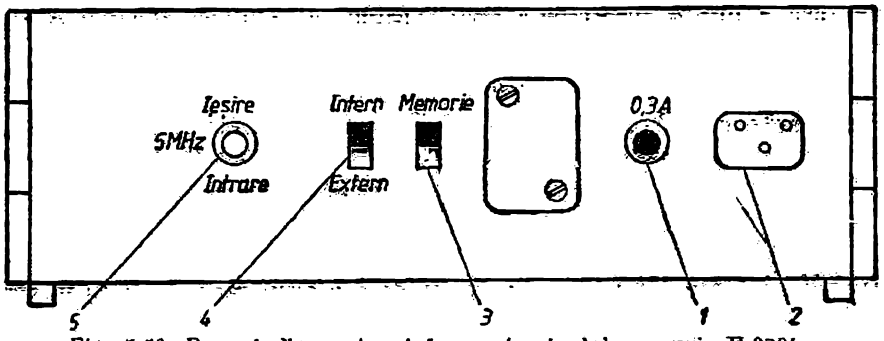

Fig. 5.50. Panoul din spate al frecvențmetrului numeric E-0204.

● **Efectuarea măsurărilor.**

— Măsurarea frecvențelor în domeniul 40 Hz — 40 MHz se face la intrarea A comutată cu comutatorul *11* (fig. 5.49). Timpul de măsurare se alege cu claviatura *8* iar tipul de reciclare — automat sau manual — se stabilește cu potențiometru *7*. La reciclarea manuală, efectuarea unei noi măsurători se face prin apăsarea întrerupătorului *6*. Modul de lucru — cu sau fără memorie — se obține cu comutatorul *3* din fig. 5.50.
Nivelul de intrare se stabilește cu comutatorul *12* iar forma semnalului care se măsoară, cu claviatura *13* (fig. 5.49).

— Măsurarea frecvențelor cuprinse în domeniul 40 MHz — 300 MHz se face la intrarea *B* comutată de comutatorul *11* (fig. 5.49).

— Dacă se dorește să se efectueze o măsurare cu o stabilitate mai bună decît stabilitatea etalonului intern de frecvență, atunci frecvența standard externă se va conecta la mufa *5* iar comutatorul *4* va fi trecut pe poziția STANDARD EXTERN (fig. 5.50). Frecvența semnalului extern este de *5* sau 10 MHz iar amplitudinea cuprinsă între 0,5—5 V_{ef}.

— Aprinderea diodei LED (*2*) din fig. 5.49 arată depășirea registrului de numărare, indicația aparatului rămînînd corectă. Pentru a se citi cifra cea mai semnificativă este necesară comutarea claviaturii 8 pe un timp de măsurare mai mic.

— Mărirea preciziei măsurătorilor se face prin alegerea unui timp de măsurare cît mai mare posibil care determină afișarea unui număr de cifre maxim.

5.9. Punți de măsură RLC.

Punțile de măsură sînt aparate de laborator care permit măsurarea absolută sau comparativă de rezistențe, capacități și inductanțe. Măsurarea rezistențelor se efectuează, de regulă, în curent continuu cu un montaj a cărui configurație se numește punte Wheatstone. Principiul ei de funcționare a fost prezentat la paragraful 5.2.3.

Pentru măsurarea reactanțelor se utilizează punți de curent alternativ a căror construcție și funcționare este descrisă în continuare.

5.9.1. Punți de curent alternativ

Dacă în schema punții Wheatstone (fig. 5.11) rezistențele se înlocuiesc prin impedanțe, sursa de tensiune continuă printr-un generator de c.a. și indicatorul de echilibru al punții printr-un instrument magnetoelectric cu detector, se obține schema generală a unei punți de c.a. (fig. 5.51*a*). Condiția de echilibru a punții corespunde unei tensiuni nule între punctele *A* și *B* și este dată de relația generală:

$$Z_1 \cdot Z_3 = Z_2 \cdot Z_4 \tag{5.8}$$

Impedanța unui braț al punții cuprinde o parte rezistivă R și o parte reactivă X care împreună determină un defazaj φ. Cu alte cuvinte, fiecare braț se caracterizează printr-un modul al impedanței

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

și un defazaj φ.

Pe baza acestor cosiderente, condiția de echilibru generală (5.8) se scrie:

$$|Z_1| \cdot |Z_3| = |Z_3| \cdot |Z_4| \tag{5.9}$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4 \tag{5.10}$$

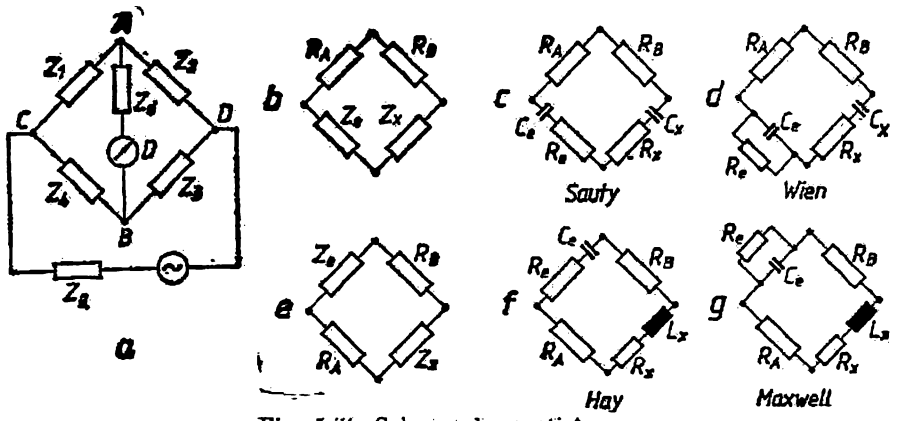

Fig. 5.51. Scheme de punți în c.a.

a — schema generală; *b* — schema punții cu brațe rezistive alăturate; *c* — puntea Sauty; *d* — puntea Wien; *e* — schema punții cu brațe rezistive opuse; *f* — puntea Hay; *g* — puntea Maxwell.

Aceasta înseamnă că pentru obținerea echilibrului punții, trebuie satisfăcută simultan două relații, ceeace face ca în curent alternativ să fie necesare două elemente de reglaj.

Condiția de echilibru este independentă de impedanțele interne ale generatorului (Z_g) și detectorului (Z_d) și de aceea în schemele de detaliu se figurează numai brațele punții.

Punțile de măsură în c.a. cele mai utilizate au două din brațe pur rezistive iar în celelalte brațe sînt conectate impedanța necunoscută, respectiv impedanța etalon. În funcție de dispunerea brațelor rezistive, se deosebesc două cazuri după cum se prezintă în continuare.

- *Brațele pur rezistive sînt alăturate* (fig. 5.51*b*). Deoarece R_A și R_B au un defazaj egal cu zero, pentru împlinirea relației (5.10) rezultă că reactanțele impedanțelor Z_e și Z_x trebuie să fie de același semn: inductanțe sau capacități. Din punct de vedere practic, inductanțe etalon variabile cu precizie mare sînt greu de realizat; de aceea se utilizează cu preponderență condensatoare variabile etalon. În acest caz puntea se va utiliza numai pentru măsurarea capacităților. Tipurile uzuale de punți din această categorie sînt: *puntea Sauty* (fig. 5.51*c*) și *puntea Wien* (fig. 5.51*d*).
- *Brațele pur rezistive sînt opuse* (fig. 5.51*e*). În acest caz suma defazajelor brațelor R_A și R_B fiind egală cu zero rezultă, pentru îndeplinirea relației (5.10), condiția ca defazajul introdus de impedanța Z_e să fie egal și de semn contrar cu cel al impedanței Z_x; adică, o impedanță să fie de natură capacitivă și cealaltă de natură inductivă. Din considerentele prezentate anterior impedanțele etalon sînt capacitive și ca atare cu acest tip de punte se vor măsura inductanțe. Cele mai uzuale scheme sînt: *puntea Hay* (fig. 5.51*f*) și *puntea Maxwell* (fig. 5.51*g*).

5.9.2. Puntea RLC tip E-0704

Puntea este un aparat universal de măsură RLC fabricat de întreprinderea IEMI-București. Pe lîngă măsurarea absolută sau comparativă de rezistențe, capacități și inductanțe, cu ajutorul unor borne de pe panoul din spate, puntea poate lucra în condiții speciale: măsurarea condensatoarelor polarizate în c.c., măsurarea inductanțelor cu curent de premagnetizare, măsurarea condensatoarelor și a inductanțelor la diferite frecvențe, măsurarea rezistențelor bobinate ce prezintă o inductivitate importantă.

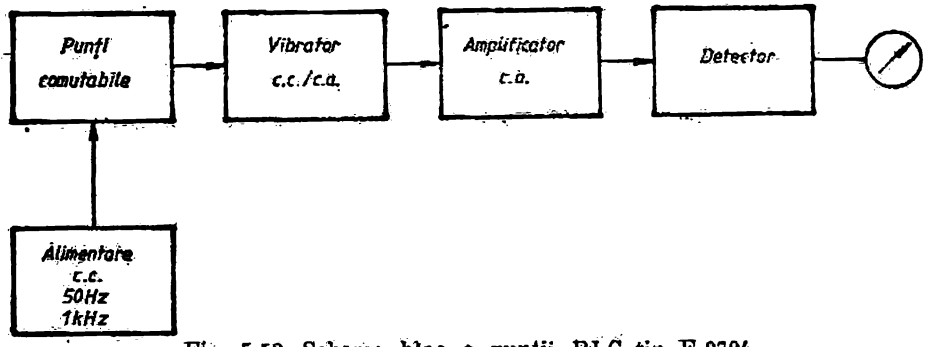

Fig. 5.52. Schema bloc a punții RLC tip E-0704.

Schema bloc a punții este prezentată în fig. 5.52.

Puntea de măsură propriu-zisă poate lucra, prin intermediul unor comutatoare, în următoarele montaje: punte Wheatstone pentru măsurarea rezistențelor, punte Sauty pentru măsurarea capacităților, punte Maxwell-Wien pentru măsurarea inductanțelor și punte procentuală pentru măsurări comparative de rezistențe, condensatoare și inductanțe. În ultimul caz cele două componente pasive care se compară se conectează în două brațe alăturate ale punții cu ajutorul a trei borne (una comună) de pe panoul frontal. Alimentarea punții se realizează în c.c. (4,5 V) sau în c.a. (1 V_{ef}) cu frecvența de 50 Hz sau 1 kHz.

Indicatorul de zero, cuprinde un chopper mecanic (vibrator c.c./c.a.) urmat de un amplificator de c.a. cu reglare manuală a sensibilității, un detector și un instrument magnetoelectric.

I. — **Caracteristici tehnice.**

● **Măsurarea rezistențelor.**

— Domeniul de măsurare între 0,5 Ω și 105 MΩ în 8 game decadice: 1—10 Ω, 10—100 Ω, 0,1—1 kΩ, 1—10 kΩ, 10—100 kΩ, 0,1—1 MΩ, 1—10 MΩ, 10—100 MΩ. Eroarea de măsurare depinde de gamă fiind între 1—5% din citire și ±0.25% din cap de gamă.

— La măsurarea comparativă a rezistențelor în domeniul 1 Ω — 100 MΩ aparatul indică o diferență procentuală în gama —20% ÷ +20%.

● **Măsurarea capacităților.**

— Mod de măsurare: intern la 50 Hz sau 1 kHz, extern la maxim 10 kHz.

— Domeniul de măsurare este cuprins între 1 pF și 1 050 μF în opt game decadice: 10—100 pF, 0,1—1 nF, 1—10 nF, 10—100 nF, 0,1—1 μF (frecvența de măsurare 1 kHz), 1—10 μF, 10—100 μF, 100—1 000 μF (frecvența de măsurare 50 Hz). Eroarea de măsurare este, în funcție de gamă, cuprinsă între 1.5—5% din citire și ±0,25% din cap de gamă.

— la capacități mai mici ca 5 nF trebuie ținut cont de capacitatea parazită a bornelor (10 pF) care se va scădea din valoarea indicată de punte.

— Compensarea pierderilor serie: tg δ = 0 — 0,6 la 50 Hz și tg δ = 0—0,25 la 1 kHz.

— Măsurarea comparativă a capacităților se face în gama de —20% ÷ +20%.

● **Măsurarea inductanțelor.**

— Mod de măsurare: intern la 1 kHz și extern la maximum 10 kHz (premagnetizarea externă ce poate fi aplicată este de max. 10 mA și max. 10 Vcc).

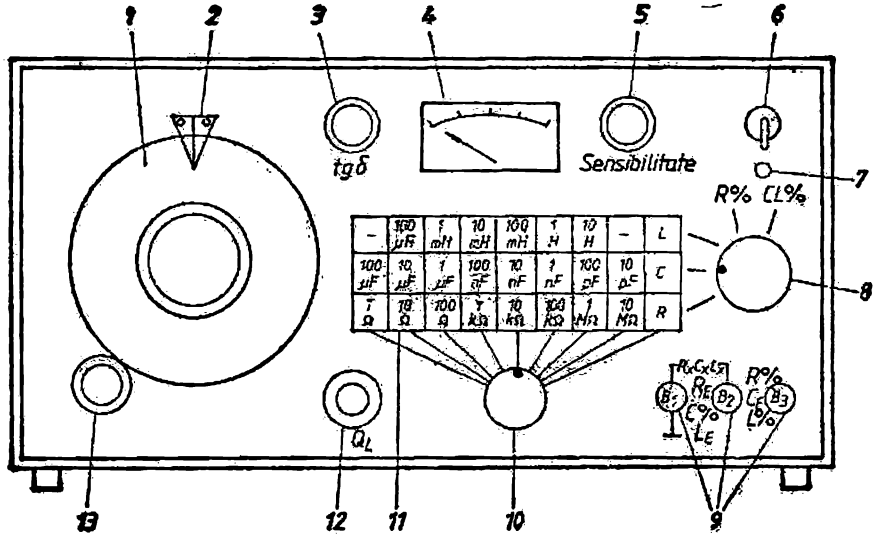

Fig. 5.53. Panoul frontal al punții RLC tip E-0704.

— Domeniul de măsurare este cuprins între 50 μH și 105 H în 6 decade: 0,1—1 mH, 1—10 mH, 10—100 mH, 0,1—1 H, 10—100 H. Eroarea de măsurare este de ±1% din citire și ±0,25% din cap de gamă.

— Măsurarea comparativă a inductanțelor se face în limitele de —20% și +20% pentru valori de la 1 mH pînă la 100 H.

II. — Elemente de reglare și semnalizare.

● Panoul frontal (fig. 5.53).

1 — Cadran indicator gradat.
2 — Reper.
3 — Reglaj pentru compensarea pierderilor la condensatoare.
4 — Instrument indicator de nul.
5 — Reglaj de sensibilitate.
6 — Întrerupător de rețea.
7 — Bec de semnalizare a conectării aparatului la rețea.
8 — Comutator de funcții cu 5 poziții: R, C, L, $R\%$, $CL\%$.
9 — Borne pentru conectarea componentelor de măsurat: B_1, B_2, B_3. Borna B_1 este legată la șasiu.
10 — Comutator al gamelor de măsură cu 8 poziții.
11 — Tabel pentru indicarea gamelor.
12 — Reglaj pentru compensarea pierderilor la bobine (brut și fin).
13 — Vernier demultiplicator.

● Panoul din spate (fig. 5.54).

14 — Cordon alimentare rețea 220 V f pentru priză Schuko.
15 — Siguranță.
16 — Borne pentru polarizarea condensatoarelor: B_4 și B_5.
17 — Borne pentru generatorul extern: B_6 și B_7.
18 — Borne pentru detectorul extern: B_8 și B_9.

Observație: pe capacul de jos se găsesc două găuri prin care se pot acționa trimerii de ajustare a capacității bornelor B_1 — B_2, respectiv B_2 — B_3.

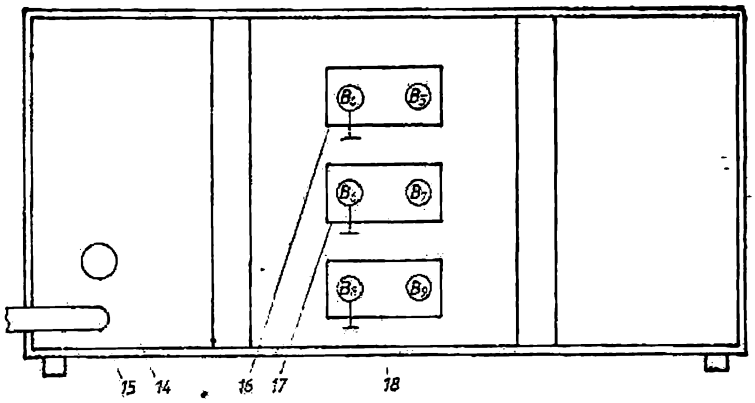

Fig. 5.54. Panoul din spate al punții RLC tip E-0704.

III. — **Efectuarea măsurărilor.**

● **Operațiuni pregătitoare.**

— Se conectează aparatul la rețea și se acționează întrerupătorul 6 urmărind aprinderea becului 7.

— Înainte de conectarea componentei care se măsoară, se reduce la minimum sensibilitatea din butonul 5 și se pune comutatorul 8 pe poziția corespunzătoare (în cazul cînd se cunoaște cu aproximație valoarea piesei, se pune și comutatorul 10 pe gama respectivă).

— Dacă trebuiesc măsurate condensatoare sub 5 nF, atunci se recomandă să se verifice capacitatea proprie a bornelor B_1 — B_2 astfel: borna B_2 se lasă liberă, comutatorul *8* se pune pe gama 10—100 pF, cadranul 1 se poziționează la diviziunea *XI*, cu potențiometrul *5* se reduce la minimum sensibilitatea. În continuare se va crește treptat sensibilitatea și se echilibrează puntea cu butonul *3* și reductorul *13*. Pe cadranul indicator se va citi capacitatea proprie bornelor B_1 — B_2 care trebuie să fie de $10 \pm 0{,}25$ pF (în caz contrar, se acționează trimerul corespunzător prin capacul de fund al punții).

● **Măsurarea absolută a rezistențelor.**

— Se pune comutatorul de funcții *8* pe poziția *R* și se reduce la minimum sensibilitatea din butonul *5*.

— Se conectează rezistența R_x la bornele B_1 — B_2 cu fire scurte și groase.

— Se crește încet sensibilitatea pînă cînd acul instrumentului se află la jumătatea scalei iar apoi cu comutatorul de game *10* se caută gama unde deviația este minimă.

— Prin acționarea butonului de sensibilitate combinat cu acționarea cadranului *1*, se va echilibra puntea pe o indicație minimă a instrumentului. Cu ajutorul tabelului de pe panoul frontal și al cadranului, se va citi rezultatul măsurării.

● **Măsurarea absolută a capacităților.**

— Se pune comutatorul de funcții *8* pe poziția *C* și se reduce la minimum sensibilitatea.

— Condensatorul de măsurat C_x se conectează la bornele B_1 — B_2 prin fire scurte și necranate.

— Crescînd puțin sensibilitatea, se caută gama cu comutatorul de game.

— Se echilibrează puntea cu cadranul *1* și butonul *3*. Din rezultatul citit se va scădea capacitatea proprie a bornelor B_1 — B_2.

● **Măsurarea absolută a inductanțelor.**
— Se pune comutatorul de funcții *8* pe poziția *L* și se reduce la minimum sensibilitatea.
— Inductanța L_x se conectează cu fire scurte și neecranate la bornele B_1 — B_2.
— Crescînd puțin sensibilitatea se va căuta gama cu comutatorul de game.
— Se echilibrează puntea prin intermediul cadranului *1* și butonului *12*. Rezultatul măsurătorii se va citi cu ajutorul tabelului și indicației cadranului.

● **Măsurarea comparativă a rezistențelor.**
— Se pune comutatorul de funcții 8 pe poziția R% și se reduce sensibilitatea la minimum.
— Cele două rezistențe care se compară se conectează cu fire scurte și groase la bornele B_1, B_2, B_3.
— Se echilibrează puntea cu ajutorul cadranului *1* iar rezultatul măsurării se citește pe scara procentuală a cadranului (abaterea valorii rezistenței conectate la bornele R% față de valoarea rezistenței conectate la bornele R_e este exprimată în procente).

● **Măsurarea comparativă a capacităților și inductanțelor.**
— Se procedează ca la măsurarea comparativă a rezistențelor.
— Atunci cînd comutatorul de game se află spre stînga, frecvența de măsurare este de 50 Hz, iar dacă se află spre dreapta, frecvența de măsurare este de 1 kHz.

● **Utilizarea bornelor de polarizare.**
— Se folosește pentru polarizarea condensatoarelor electrolitice de valori 1—1 000 μF. Borna negativă a condensatorului de măsurat C_x se leagă la B_1.
— Se introduce o tensiune externă continuă (max. 10 V_{cc}) la bornele B_4 (minus) și B_5 (plus).

● **Utilizarea bornelor pentru generatorul extern.**
— Se folosește pentru condensatoare de 10 pF — 1 μF sau inductanțe de 100 μH — 100 H.
— Generatorul extern de tensiune alternativă (f_{max} = 10 kHz, U_{max} = 2 V_{ef}, R_i = max. 5 Ω) se conectează la bornele B_6 (masă) și B_7.
— Pentru polarizarea condensatoarelor sau premagnetizarea inductanțelor se poate înseria cu generatorul extern și o sursă de tensiune continuă (max. 10 V_{cc}, max. 10 mA).

5.10. Distorsiometrul.

Distorsiometrul este un aparat de laborator care este destinat măsurării distorsiunilor neliniare ale unui semnal electric prin evaluarea distorsiunilor armonice.

Dacă la intrarea unui sistem testat se aplică un semnal pur sinusoidal, nedistorsionat, de forma

$$u_1 = U \sin \omega t \tag{5.11}$$

datorită neliniarității caracteristicii de transfer, la ieșire apare un semnal format din fundamentală și armonici:

$$U_2 = aU \sin \omega t + \sum_{n=2}^{\infty} U_n(\sin n\, \omega t + \varphi_n) \tag{5.12}$$

În relația (5.12), a reprezintă coeficientul de transfer al sistemului (de regulă o amplificare) iar U_n, $n\omega$ și φ_n amplitudinea, pulsația, respectiv faza armonicei de rang n.

Evaluarea gradului de distorsiune a unui semnal sinusoidal datorită trecerii lui printr-un sistem neliniar, se face prin factorul de distorsiuni care se definește prin relația

$$\delta_1 = \frac{\text{valoarea efectivă a armonicelor}}{\text{valoarea efectivă a fundamentalei}} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots + U_n^2}}{U_1} \qquad (5.13)$$

sau prin relația

$$\delta_2 = \frac{\text{valoarea efectivă a armonicelor}}{\text{valoarea efectivă a semnalului total}} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots + U_n^2}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \ldots U_n^2}} \qquad (5.14)$$

Distorsiometrele curente măsoară gradul de distorsiune al unui semnal pe baza celei de a doua definiții (5.14). Se poate demonstra că atunci cînd distorsiunile sînt mici, cele două definiții coincid. Astfel atunci cînd $\delta_1 < 0{,}3$, egalitatea dintre δ_1 și δ_2 este îndeplinită cu o eroare mai mică de 1,5%.

5.10.1. Principiul de funcționare al unui distorsiometru.

Pentru măsurarea factorului de distorsiuni este necesară separarea armonicelor din întregul semnal. Aceasta se face cu ajutorul unui filtru care trebuie să oprească complet fundamentala și să lase să treacă în mod egal toate armonicele (fig. 5.55*a*)

Filtrele utilizate pentru suprimarea fundamentalei sînt de două tipuri: *trece-sus* și *oprește-bandă*.

Filtrele *trece-sus* a căror caracteristică este prezentată în fig. 5.55*b*. opreso fundamentala dar și frecvențele mai mici ca ea printre care, în special, zgomotul provocat de alimentatoare (brum).

Filtrele *oprește-bandă* au o caracteristică ca în fig. 5.55*b*. Ele opresc numai fundamentala lăsînd să treacă zgomotul provocat de redresor. Prima categorie de filtre este mai eficace dar are dezavantajul că lucrează pe o singură frecvență de tăiere. Filtrele din a doua categorie, deși lasă să treacă zgomotele specifice redresării, au avantajul că frecvența pe care o rejectează poate fi variată între anumite limite.

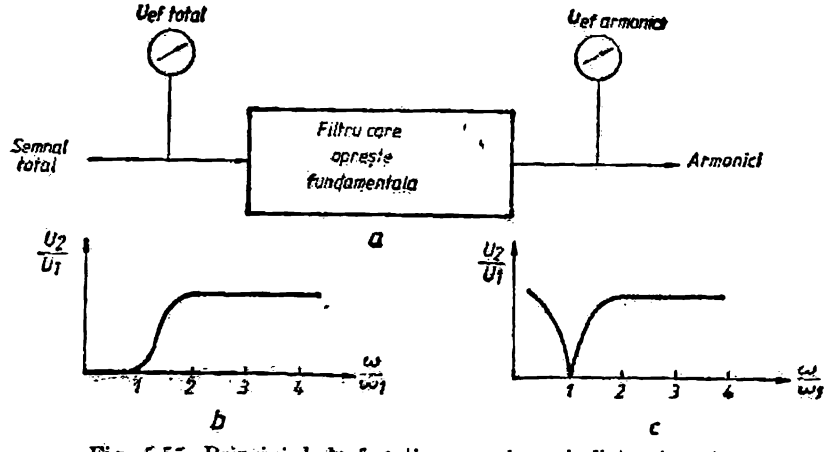

Fig. 5.55. Principiul de funcționare al unui distorsiometru
a — schema bloc; b — filtrul trece-sus; c — filtrul oprește-bandă.

Primul voltmetru măsoară valoarea eficace a întregului semnal, iar cel de al doilea valoarea eficace a armonicelor. Prin efectuarea raportului dintre cele două indicații se poate calcula factorul de distorsiuni. În practică aceasta este o operație incomodă și de aceea s-au construit diverse tipuri de distorsiometre la care se evită efectuarea unui raport.

5.10.2. Distorsiometrul E—0706.

Aparatul, fabricat de întreprinderea I.E.M.I.-București, măsoară factorul de distorsiuni și zgomotul în gamele 0,1% până la 100% în domeniul de frecvențe 10 Hz — 100 kHz pentru fundamentală. Deasemenea, poate îndeplini și funcțiunea de voltmetru în c.a. etalonat în valori eficace în gama de tensiune 300 μV — 100 V pentru domeniul de frecvență 20 Hz — 200 kHz. Aparatul este prevăzut cu o intrare de radiofrecvență care permite măsurarea distorsiunilor semnalelor modulate în amplitudine cu o frecvență purtătoare de maxim 250 MHz. Instrumentul indicator este un microampermetru de curent continuu prevăzut cu două scări liniare 0—100, 0—30 și o scară în dB cu limitele între —20 dB și +20 dB.

Factorul de distorsiuni care se măsoară este conform cu relația (5.14). Pentru măsurare, se introduce semnalul în aparat ajustînd cîștigul amplificatorului instrumentului astfel încît semnalul să reprezinte 100% sau 0 dB pe instrument. Componenta fundamentală este apoi rejectată, fiind trecută printr-un amplificator selectiv cu punte Wien. Voltmetrul de pe panoul frontal măsoară raportul dintre suma componentelor armonice și nivelul total al semnalului. Pentru economie, se utilizează un voltmetru de valoare medie care este calibrat în valori eficace.

Aparatul este dotat și cu filtre pentru diminuarea zgomotului sau brumului.

I. — **Caracteristici tehnice.**

● **Funcțiunea de distorsiometru.**

— Domeniul de frecvență pentru fundamentală: 10 Hz — 100 kHz.
— Gama de distorsiuni: 0,1% — 100%.
— Rejecția fundamentalei: ⩾ 80 dB.
— Eroarea la măsurarea armonicelor: $< \pm 0{,}5$ dB în domeniul 10 Hz — — 100 kHz și $< \pm 1$ dB în domeniul 10 Hz — 500 kHz.
— Impedanța de intrare: 1 MΩ || 75 pF.
— Nivel de intrare (100%): 316 mV_{ef} — 100 V_{ef}.
— Intrare pentru semnal de RF modulat MA, cu o frecvență cuprinsă între 500 kHz — 250 MHz și nivel de intrare în limitele 1 — 5 V_{ef}.
— Distorsiuni introduse în detector: 1,5% în domeniul 500 kHz — 100 MHz și 2,5% în domeniul 100—250 MHz.
— Rezistența de intrare a detectorului RF: 50 Ω.

● **Funcțiunea de voltmetru.**

— Voltmetrul măsoară prin detecție valoarea medie și este etalonat în valori eficace pentru tensiuni sinusoidale.
— Domeniile de tensiune și frecvență: 300 μV — 100 V_{ef} (12 game a 10 dB); 20 Hz — 200 kHz.
— Impedanța de intrare: 1 MΩ ‖ 50 pF pe gamele 1—100 V și 1 MΩ ‖ 100pF pe gamele 300 μV — 0,3 V.
— Eroarea de bază la măsurarea semnalelor sinusoidale: ±1% ct și ± ± 1,5% cs. la $f = 1$ kHz.

● **Alte caracteristici.**
— Alimentare: 220 V; 50—60 Hz: 10 VA.
— Greutate: 9 kg
— Temperatura ambiantă: $+5 \div +40°$ C.

II. — **Elemente externe de punere în funcțiune, reglare și control.**

● **Panoul frontal (fig. 5.56).**
1 — Întrerupător de rețea.
2 — Bec de semnalizare a conectării la rețea.
3 — Instrument indicator.
4 — Borne de ieșire pentru osciloscop.
5 — Comutator pentru conectarea filtrului trece-sus.
6 — Comutator pentru conectarea filtrului de bandă.
7 — Comutator de game.
8 — Comutator de funcțiuni.
9 — Comutator de reglaj în trepte a sensibilității și potențiometru de reglaj fin a sensibilității.
10 — Comutator pentru selectarea intrării cu două poziții: RF și Normal.
11 — Borne de intrare.
12 — Potențiometru dublu pentru reglajul brut și fin al balansului.
13 — Comutator pentru selectarea gamelor de frecvență.
14 — Disc gradat pentru acordul filtrului.
● **Panoul din spate** cuprinde: corpul siguranței fuzibile de 0,2 A, mufe pentru conectarea cordonului de alimentare (Schuko) și o mufă BNC pentru intrarea de RF.

III. — **Modul de efectuare al măsurătorilor.**

● **Măsurarea factorului de distorsiuni** a unui semnal electric cu frecvența fundamentală cuprinsă între 10 Hz și 100 kHz se face după cum urmează.
— Comutatorul *10* se trece pe poziția „Normal".
— Comutatorul de game *7*: 0,3 V (100%).
— Comutatorul de funcțiuni *8* se trece pe poziția „Ref".
— Sensibilitatea *(9)* se reglează pe poziția „Min".
— Se selectează gama de frecvență corespunzătoare cu comutatorul *13*.
— Filtrul trece-sus *5* se poate comuta pe poziția „Cu" pentru semnale de 1 kHz în vederea reducerii brumului.

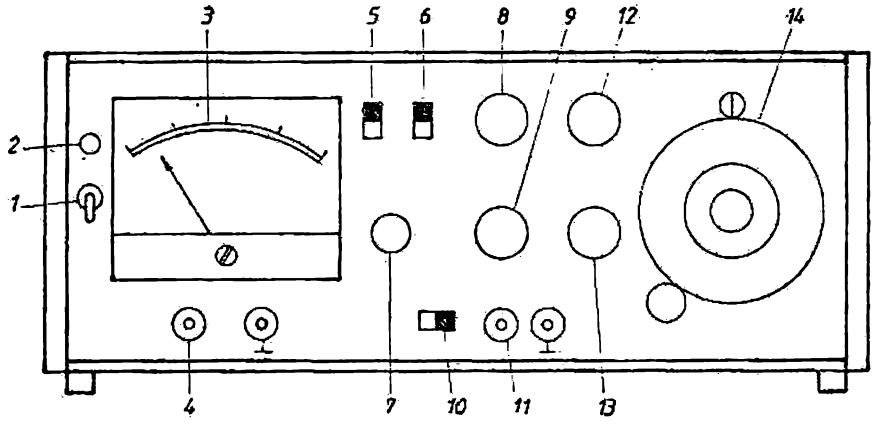

Fig. 5.56. Panoul frontal al distorsiometrului E-0706.

— Filtrul de bandă *6* se poate comuta pe poziția „Cu" pentru semnale cu frecvențe mai mici de 20 kHz în vederea reducerii zgomotului.
— Semnalul care se măsoară se introduce la bornele de intrare *11* iar reglajul în trepte și fin *(9)* se face astfel încît acul indicator al instrumentului să indice cap de scală (indicație 1-nivel de referință 100%).
— Se trece comutatorul de funcțiune *8* pe poziția % și cu discul gradat *14* se face acordul filtrului pînă cînd indicația instrumentului este minimă. În continuare prin acționarea balansului *12* se urmărește o indicație și mai redusă. Pentru obținerea unei indicații cît mai mici pe scara de 100%, operațiile anterioare se pot repeta.
— Se comută comutatorul gamelor de măsură *7* pe poziția 30% sau 10% și se repetă operațiile de acord ale filtrului descrise pentru scara de 100%. Acordul filtrului se va face pînă cînd instrumentul de măsură indică un minimum absolut. Factorul de distorsiune se va citi, în funcție de poziția comutatorului de game *7*, în procente sau în dB.
— Pentru o nouă măsurare se va trece comutatorul *7* pe 100% iar comutatorul *8* pe poziția „Ref".

Observații.

— La măsurarea factorului de distorsiuni, semnalul minim de intrare necesar pentru a putea face calibrarea nivelului de referință 100% este de 316 mV . În cazul cînd semnalele sînt mai mici (nivelul de referință fiind mai mic de 100%), trebuie să se multiplice corespunzător indicației comutatorului *7* pe fiecare gamă.
— Distorsiometrul permite prin intermediul bornelor de ieșire 4 vizualizarea pe un osciloscop a semnalului cu frecvența fundamentală rejectată. Se poate aprecia astfel ponderea armonicelor.
— Domeniul de frecvență maxim pentru armonici este de 500 kHz. În cazul unui semnal de intrare cu frecvența fundamentală maximă de 100 kHz, se garantează astfel distorsiunile pînă la armonica a cincea.
— Precizia măsurărilor la frecvențe ale fundamentalei mai mari de 1 kHz se poate mări prin utilizarea filtrului trece-sus. Se reduce astfel brumul și semnalele parazite de joasă frecvență.

● **Măsurarea unui semnal modulat în amplitudine.**

— Semnalul MA cu purtătoarea în domeniul 500 kHz — 250 MHz se introduce pe mufa BNC de pe panoul din spate.
— Comutatorul pentru selectarea intrării *10* se trece pe poziția „RF".
— Măsurătorile se efectuează ca la punctul precedent.

● **Măsurarea tensiunilor alternative.**

— Comutatorul de funcțiuni *8* se trece pe poziția „V".
— Semnalul cu nivele mai mici de 300 μV_{ef} pînă la 100 V_{ef}, în domeniul 10 Hz — 200 kHz, se aplică la bornele de intrare *11*.
— Comutatorul de intrare *10* se trece pe poziția „Normal".
— Comutatorul de game *7* se reglează pe o treaptă de tensiune mai puțin sensibilă pentru ca la introducerea semnalului pe bornele de intrare să nu se depășească limitele gamei de măsură.
— În funcție de gamă de măsură, tensiunea se măsoară pe instrument în valori eficace sau în dB.

POSTFAȚA

Prezentul capitol își propune să fie un îndrumar pentru tematica necesară asimilării cunoștințelor teoretice și a deprinderilor practice a electroniștilor încadrați în categorii de calificare.

Deși lucrarea are un caracter teoretic, de prezentare a cunoștințelor generale necesare electroniștilor este totuși indicată o prezentare a cadrului de aplicare a cunoștințelor teoretice și practice. Desigur, cadrul general este cel al unei secții sau al unui atelier de producție. Caracteristic pentru activitatea într-o secție sau un atelier de producție este modul de organizare al operațiilor, al etapelor de realizare a unui subansamblu sau al unui produs. Acest mod de organizare al activității productive, care pune în valoare inventivitatea tehnică, calitățile profesionale ale muncitorilor, în vederea obținerii produsului finit se numește tehnologie. Vom prezenta pe scurt caracterul tehnologiei utilizate în meseria de electronist, montator, reglor și depanator de aparate de radio, televizoare, redresoare și amplificatoare, conform „Indicatorului tarifar de calificare".

Tehnologia lucrărilor de construcție a aparatelor și instalațiilor electrice cuprinde lucrările de montare-ansamblare, reglare și depanare pentru aparatajul și instalațiile electronice.

Dintre lucrările mai frecvente care se execută în cadrul acestei tehnologii, se pot menționa: capsări, montări de piese și subansamble, înșurubări, lipituri, diferite măsurări, verificări, reglaje, depanări și control. După operațiile de montări, fixări și ansamblări de piese, subansamblele urmează operațiile de reglaje mecanice sau electrice.

Reglajele electrice au ca scop obținerea parametrilor electrici ceruți de norma produsului respectiv, pentru a se ajunge la performanțele necesare impuse de utilizarea produsului.

Dacă după operațiile de reglaj sau după încasetarea produsului, apar anumite defecțiuni, acestea vor fi înlăturate de depanator.

Independent de baza tehnologică în care la produsele electronice respective se execută operații de reglaj, după fiecare operație în parte și la terminarea produsului sau instalației electronice, au loc operații de control tehnic de calitate.

La operațiile de ansamblare se folosesc în general următoarele scule: șurubelnițe manuale, mecanice, sau pneumatice, nituitoare, pensete, clești de diferite forme și dimensiuni, ciocane electrice de lipit, chei de strângere fixe sau reglabile, ciocane de cauciuc, sonde etc.

De asemenea, se folosesc o serie de dispozitive și verificatoare specifice fiecărui produs.

Dintre cele mai importante aparate de măsură și verificare, cu care lucrează electronistul, în special la operațiile de reglaj, depanare și control,

se pot enumera: voltmetrul, ampermetrul, ohmmetrul, wattmetrul, generatorul de frecvență, osciloscopul, vobuloscopul etc. Dificultățile de asamblare, reglare, depanare și control, cresc odată cu complexitatea, clasa și performanțele fiecărui aparat electronic (de la simplul difuzor de radioficare, la cele mai complicate televizoare, sau aparatură complexă de electronică industrială).

În mare măsură, de capacitatea profesională a electronistului, depinde calitatea și durata de funcționare a aparatului respectiv.

Gradarea operațiilor de asamblare, montare, reglare și depanare este făcută în funcție de numărul reperelor care intră într-un subansamblu sau ansamblu, de complexitatea și toleranțele schemei electrice, precum și de numărul, natura și complexitatea reglajelor.

În funcție de mărimea crescîndă a seriilor de piese și produse, devine economică o echipare mereu mai bogată a operațiilor cu dispozitive și scule specifice, pentru asigurarea calității și a performanțelor cerute.

La seriile mari, pentru fabricarea aparatelor electronice (în special la radioreceptoare și televizoare) se folosește lucrul în sistem bandă, unde procesul tehnologic poate fi divizat foarte mult, pe locuri de muncă, cerînd muncitorilor o îndeminare specială.

Operațiile de asamblare sînt de nivelul categoriilor 1—4, iar operațiile de reglare, depanare și control pentru categoriile 3—6.

Dificultățile de reglaj cresc cu cît frecvențele radio folosite în scheme sînt mai ridicate, cu cît clasa produselor fabricate este mai înaltă.

Pentru obținerea categoriei 1-a, muncitorul electronist trebuie să aibă un minim de cunoștințe teoretice și să poată executa anumite lucrări practice simple. Astfel, trebuie să cunoască diferența dintre un material electroizolant și un material electroconductor și să știe să le definească; trebuie să aibe cunoștințe elementare de electricitate, despre sarcini electrice, definirea curentului electric. Muncitorul trebuie să cunoască reprezentarea grafică a componentelor electrice pasive și active: rezistențe, condensatoare potențiometri, termistori, diode, tranzistoare, tiristoare etc. și codul culorilor utilizat la marcarea rezistențelor și condensatoarelor.

Lucrările ce pot fi executate, sînt plantările diferitelor piese electronice pe cablaje imprimate, lipirea lor cu ciocanul de lipit sau în baia de cositorire, operațiuni simple de asamblare mecanică, executarea operațiunilor de pregătire a conexiunilor și a subansamblelor simple, pentru montări și ansamblări complexe, încasetarea radioreceptoarelor și televizoarelor, asamblarea butoanelor, a ornamentelor, scalelor etc.

Cunoștințe necesare pentru categoria a 2-a

1. Legea lui Ohm în curent continuu.
2. Rezistoare, clasificare, parametrii, toleranțe. Marcajul rezistențelor în clar și în codul culorilor. Tehnologii de fabricație, criterii de utilizare în RR și TV.
3. Mărimi și unități de măsură utilizate în radioelectronică.
4. Construcția și funcționarea unui difuzor.
5. Construcția și funcționarea unui potențiometru.
6. Construcția și funcționarea unui condensator variabil, construcția unui condensator semireglabil.
7. Construcția și funcționarea unui microfon.
8. Construcția și funcționarea unui programator.
9. Varistoare și termistoare. Tipuri. Utilizarea lor în schemele RR și TV.

10. Diode, parametrii principali. Familii de diode.

11. Diode redresoare și de detecție, cu germaniu și cu siliciu. Familii de diode redresoare (de rețea, rapide etc.) Parametrii principali ai diodelor redresoare și de detecție utilizate în RR și TV.

12. Diode Zener, varicap și de comutație. Caracteristici definitorii. Parametrii principali ai familiilor uzuale utilizate în RR și TV.

13. Construcția condensatoarelor ceramice, electrolitice, stiroflex, P.M.P.

14. Schema bloc a unui radioreceptor superheterodină. Rolul blocurilor funcționale.

15. Semnalul video complex în televiziunea alb-negru. Alcătuire, amplitudini, durate.

16. Schema bloc a unui televizor alb-negru. Rolul blocurilor funcționale.

17. Antene pentru recepția emisiunilor radio și de televiziune.

18. Construcția unui transformator de rețea, părți componente.

19. Adaptarea și simetrizarea antenelor.

Caracteristic pentru lucrările categoriei a 2-a sînt asamblările mecanice și electrice complexe, cum ar fi de exemplu pentru asamblarea unui rotactor, asamblarea finală a comutatorilor pentru etajele de RF ale radioreceptoarelor, asamblări de transformatoare. De asemenea poate executa verificarea lipiturilor executate în baia de cositorire și retușul lor, reparații mecanice ale anumitor subansamble (difuzori, condensatori variabili, claviaturi, rotactori, etc.), montări și demontări de subansamble în aparate, montarea antenelor radio, a cablului de coborîre și conectarea lui la receptor, operațiuni de pregătire complexe și orice operațiune din banda de asamblare prevăzută pentru categoriile 3 și 4.

Cunoștințe necesare pentru categoria a 3-a

1. Legea lui Ohm în c.a. Valori eficace și de vîrf ale tensiunilor și curenților în alternativ.

2. Legea lui Kirchhoff.

3. Condensatoare. Reactanța capacitivă. Tipuri de condensatoare. Parametrii de utilizare. Clase de toleranță. Marcaje (codul culorilor pentru valoare, dielectric și tensiune nominală de lucru). Criterii de utilizare în RR și TV.

4. Bobine. Inductanța și reactanța inductivă. Transformatoare. Tipuri și tehnologii. Parametrii principali. Tipuri de miezuri magnetice pentru bobine și transformatoare. Criterii de utilizare în RR și TV.

5. Fotodiode, diode electroluminiscente (LED), fototranzistorul. Tipuri, parametrii principali ai familiilor uzual utilizate în RR și TV. Domenii de utilizare.

6. Funcționarea diodei cu vid. Construcția și rolul catodului.

7. Funcționarea triodei. Rolul și modul de acțiune al grilei de comandă.

8. Tetroda. Rolul grilei ecran.

9. Pentoda. Rolul grilei supersoare.

10. Tranzistorul, Tipuri, simbolizare și principiul de funcționare.

11. Principiul de funcționare a unui receptor superheterodină (radioreceptor sau televizor).

12. Schema bloc a unui TV color. Interdependența între etaje. Rolul etajelor din schema bloc.

13. Construcția și funcționarea bobinelor de deflexie. Forma curenților de deflexie.

14. Tubul cinescop alb-negru. Construcție, părți componente, polarizare și funcționare. Circuitele anexă ale tubului cinescop.

15. Construcția, funcționarea și utilizarea instrumentului universal de măsură, pentru măsurarea tensiunilor, curenților și rezistențelor.

16. Schema de principiu a unui amplificator RC de joasă frecvență și mică putere. Polarizare și rolul rezistenței din emitor.

17. Utilizarea tranzistorului în montajele cu emitorul la masă, baza la masă și colectorul la masă. Schemele de principiu. Proprietățile principale ale acestor montaje și utilizarea lor în RR și TV.

18. Montajul Darlington. Funcționare. Utilizarea lui în stabilizatorul de tensiune și în amplificatorul de AF de putere.

19. Amplificatorul în contratimp clasă B, cu tranzistoare. Funcționare, formele de undă pentru tensiuni și curenți. Măsurători și reglaje specifice.

20. Etajele redresoare utilizate în RR și TV. Redresarea monoalternanță, dublă alternanță și în punte. Celule de filtraj.

21. Principiul de funcționare a unui stabilizator paralel. Exemple de stabilizatoare de tensiune, paralel.

22. Circuitul de reglaj automat al amplificării: rol, tipuri de funcționare. Comparație între circuitele de RAA, utilizate în RR și în TV. Circuitul RAA poartă. Necesitatea circuitului de „întîrziere" pentru selectorul de canale. Măsurători ce se pot efectua cu și fără semnal de intrare.

23. Semnalul multiplex utilizat în radiodifuziunea stereo.

24. Metodologia de localizare a unui defect într-un etaj constatat utilizînd instrumentul universal de măsură.

25. Circuite pentru stingerea spotului la oprirea TV.

26. Etaje amplificatoare de audiofrecvență. Rol, funcționare, tipuri. Descrierea schemelor etajelor amplificatoare de AF echipate cu tranzistoare și cu CI. Reglaje.

27. Etajele prefinal și final video. Rolul și funcționarea lor. Caracteristica amplitudine — frecvență. Reglajul contrastului.

28. Circuitul de limitare a curentului de fascicul la TV alb-negru Funcționare.

29. Siguranțe fuzibile. Rolul lor în circuit, Construcție, tipuri, și caracteristicile lor de ardere (timp de ardere, funcție de curent). Criterii de utilizare.

30. Problema compatibilității și recompatibilității între emisiunile TV alb-negru și color.

31. Ce sînt semnalele primare R.G.B. sau E'_R, E'_B, E'_G, livrate de camera de luat vederi, tricromă? Cum sînt aceste semnale, pentru imagini alb-negru și color?

32. Semnalul de luminanță utilizat în TV color. Importanța lui. Semnalele diferență de culoare și avantajul transmiterii lor. Exemplificare pentru mira de bare color standard, cu saturațiile de 100% și 75%.

33. Rolul, construcția și funcționarea liniei de întîrziere de luminanță.

34. Sistemul PAL, Ideea de bază a sistemului. Alegerea subpurtătoarei de crominanță. Semnalele U și V. Modulația subpurtătoarei. Compensarea erorilor de fază. Semnalul video complex color. Burstul.

35. Sistemul SECAM. Ideea de bază a sistemului. Semnalele D_R și D_B. Preaccentuarea și limitarea în videofrecvență. Modulația subpurtătoarelor, preaccentuarea în înaltă frecvență. Semnalul video complex color. Semnalele de identificare.

36. Reglajele de ton utilizate în radioreceptoare. Principii, scheme practice.

Lucrările specifice categoriei a 3-a sînt cele legate de verificările electrice ale circuitelor simple de curent continuu și de frecvență joasă. În acest sens, muncitorul trebuie să poată identifica piesele plantate pe cablaje sau din alte montaje, după schema de principiu, să facă verificarea lor și înlocuirea pieselor găsite necorespunzătoare. În toate lucrările sale, trebuie să știe să utilizeze instrumentul universal de măsură, pentru măsurarea tensiunilor continui, curenților și rezistențelor. Muncitorul trebuie să poată executa lucrări de asamblare mecanică a plăcilor, subansamblelor, șasiilor în vederea realizării aparaturii electronice de serie mică sau unicate.

Cunoștințe necesare pentru categoria a 4-a

1. Trioda, tetroda, pentoda, Curbe caracteristice, Parametrii electrici principali, parametrii limită.

2. Tranzistorul. Curbe caracteristice. Parametrii principali de utilizare. Parametrii limită.

3. Tranzistoare de joasă frecvență și mică putere. Familii. Parametrii electrici principali.

4. Tranzistoarele de înaltă frecvență. Familii. Parametrii electrici principali. Criterii de utilizare în RR și TV.

5. Tranzistoare de putere. Familii uzuale. Parametrii electrici principali. Criterii de împerechere, de sortare. Răcirea tranzistoarelor de putere. Utilizarea lor în RR și TV.

6. Tranzistoare cu efect de cîmp. Simbolizare. Funcționare. Parametrii electrici principali. Precauții de utilizare. Aplicații în schemele de RR și TV.

7. Tiristoare. Simbolizare, funcționare. Parametrii electrici principali. Diacul și triacul. Aplicații în schemele electrice.

8. Tubul cinescop color cu luminoforii dispuși în „delta". Construcție, funcționare, tensiuni de alimentare.

9. Tubul cinescop color cu luminoforii dispuși „în linie" Construcție, funcționare. Avantajele acestor tipuri de tuburi comparativ cu tuburile tip „delta".

10. Circuitul acordat serie. Frecvența de rezonanță. Variația cu frecvența a impedanței tensiunii, și curentului, factorul de calitate, bandă de trecere. Aplicații în schemele de RR și TV.

11. Circuitul acordat paralel. Frecvența de rezonanță. Variația cu frecvența a impedanței, tensiunii și curentului. Factorul de calitate, banda de trecere. Aplicații în schemele de RR și TV.

12. Filtre trece jos, trece sus și trece bandă. Filtre LC și RC. Aplicații în RR și TV.

13. Circuite de diferențiere și de integrare. Constanta de timp. Aplicații în TV.

14. Oscilatoare sinusoidale cu tranzistoare. Tipuri funcționale, utilizarea în RR și TV.

15. Blocul de radiofrecvență a unui radioreceptor, pentru emisiuni MA. Circuitul de intrare, oscilatorul local, etajul schimbător de frecvență. Rol, construcție, funcționare, scheme practice.

16. Blocul de unde ultrascurte (UUS). Rolul etajelor componente, construcție, funcționare. Scheme practice.

17. Controlul automat al frecvenței în blocul de UUS.

18. Amplificatorul de frecvență intermediară utilizat în RR pentru emisiuni MA.

19. Amplificatorul de frecvență intermediară utilizat în RR, pentru emisiuni MF.

20. Demodulatoare MA și MF utilizate în receptoarele radio și de televiziune.

21. Decodorul stereo. Căile de obținere a semnalelor primare. Schema bloc ale decodoarelor stereo, principii de funcționare.

22. Înregistrarea magnetică a sunetului. Principii. Schema bloc a părții electrice a unui magnetofon sau casetofon. Necesitatea premagnetizării de înaltă frecvență. Benzile magnetice.

23. Semnalul de televiziune; purtătoarea de imagine și purtătoarea de sunet. Modulația de amplitudine și modulația de frecvență, lărgimea de bandă. Modulația cu rest de bandă laterală. Canalele de televiziune. Norme de TV.

24. Propagarea undelor electromagnetice. Polarizarea semnalului de televiziune — Antene pentru recepția emisiunilor TV. Calculul buclei de adaptare. Adaptarea și simetrizarea.

25. Amplificatorul de frecvență intermediară imagine, utilizat în receptoarele TV. Caracteristica amplitudine-frecvență, frecvențe caracteristice, flancul Nyquist, atenuări. Instrucțiuni generale de reglaj.

26. Amplificatorul de frecvență intermediară sunet. Obținerea celei de a doua frecvențe intermediare sunet. Descrierea funcționării pe scheme practice. Instrucțiuni de reglaj, curbe caracteristice. Rolul circuitului de dezaccentuare.

27. Separatoare de impulsuri, după amplitudine și durată. Protecția împotriva perturbațiilor și a zgomotului.

28. Stabilizatorul de tensiune serie. Schema bloc, principiul de funcționare. Scheme practice, descrierea fenomenului de stabilizare. Protecția stabilizatoarelor la scurtcircuit pe ieșire.

29. Osciloscopul. Schema bloc, principiul de funcționare. Modul de utilizare în depanare. Utilizarea osciloscopului pentru măsurarea tensiunilor alternative, a tensiunilor continui, a duratelor și a frecvențelor.

30. Selectorul de canale FIF-UIF; Schema bloc, descrierea funcționării. Scheme practice, curbe caracteristice, reglaje.

31. Stingerea cursei inverse pe linii și cadre la TV alb-negru și la TV color.

32. Capetele de înregistrare-redare și de ștergere, pentru magnetofoane și casetofoane. Construcție și funcționare.

33. Circuitul pentru demagnetizarea părților metalice la cinescoapele color.

34. Etajele de videofrecvență de semnal mic din televizoarele color. Caracteristica amplitudine frecvență. Scheme practice, descrierea funcționării. Necesitatea întîrzierii semnalului de luminanță. Reglajul contrastului.

35. Circuite de control automat al frecvenței (CAF). Rol, principiu de funcționare. Modul de intercalare a circuitelor de CAF în schemele electrice de principiu.

36. Matricierea RGB în receptoarele TV color. Necesitatea și modul de realizare a axării semnalului de luminanță și a semnalelor diferență de culoare.

37. Etaje finale de videofrecvență, rol și funcționare. Reglajul nivelului de negru și a albului dinamic.

38. Schema bloc a unui decodor PAL, semnalele la intrările și ieșirile etajelor funcționale. Descrierea principiului de funcționare.

39. Schema bloc a unui decodor SECAM, semnalele la intrările și ieșirile etajelor funcționale. Descrierea principiului de funcționare.

40. Circuite de limitare a curentului de fascicul la TV color. Necesitatea existenței lor și descrierea modului de funcționare.

Lucrările specifice categoriei a 4-a sînt cele de reglaj și depanare a amplificatoarelor selective din amplificatoarele de frecvență intermediară din RR și TV, preacordarea circuitelor de radiofrecvență. De asemenea, muncitorul trebuie să poată efectua reglarea și depanarea amplificatoarelor de joasă frecvență, cu scheme complexe, inclusiv a amplificatoarelor de putere, să efectueze reglarea blocurilor de alimentare echipate cu redresoare și stabilizatoare electronice.

Muncitorul trebuie să poată măsura tuburile electronice cu catometrul, tranzistoarele cu tranzistormetru și să le ridice caracteristicile, să știe să înlocuiască tranzistoarele cu tranzistoare echivalente, să realizeze montaje practice după scheme electrice complicate.

De asemenea în cadrul operațiunilor legate de verificarea funcționării televizoarelor, trebuie să știe să efectueze reglajele de liniaritate și centrare a imaginii, trebuie să știe să efectueze montarea antenelor de tip special, pentru recepția emisiunilor TV, montarea amplificatoarelor individuale și a amplificatoarelor de antenă colectivă, să execute distribuția de semnal pentru instalațiile de antenă colectivă.

Cunoștințe necesare pentru categoria a 5-a

1. Mira standard de TV. Aprecierea funcționării unui TV alb-negru pe mira standard TV.

2. Vobuloscopul. Schema bloc. Principiul de funcționare. Utilizarea vobuloscopului în depanare.

3. Funcționarea etajului prefinal de baleiaj orizontal TV.

4. Descrierea funcționării etajului final de baleiaj orizontal, pe „schema școală". Formele de undă ale tensiunii și curentului de baleiaj. Rolul componentelor din schemele de principiu.

5. Transformatorul de linii, rol și funcționare. Construcția transformatorului de linii. Acordul pe armonică a 3-a a transformatorului de linii la TV alb-negru. Efectele lui asupra bunei funcționări a receptorului TV.

6. Construcția și principiul de funcționare al bobinei de liniaritate din etajul final de baleiaj orizontal TV. Forme de undă.

7. Reglajul dimensiunii orizontale la receptoarele TV alb-negru.

8. Tranzistoare finale de baleiaj pe orizontală. Parametrii electrici specifici.

9. Descrierea funcționării de principiu a unui etaj final de baleiaj orizontal, echipat cu tiristoare.

10. Etajul separator pentru impulsurile de sincronizare. Rolul lui în televizor, descrierea funcționării. Protecția sincronizării contra semnalelor parazite și a zgomotului. Forme de undă.

11. Circuite pentru separarea semnalului de sincronizare pe verticală, din semnalul complex de sincronizare. Forme de undă.

12. Etaje oscilatoare pentru baleiajul orizontal. Rolul și funcționarea lor de principiu. Modul de comandă a frecvenței de oscilație.

13. Comparatoarele de fază și comparatoarele de fază și frecvență. Rolul lor în realizarea sincronizării etajelor de baleiaj pe orizontală. Funcționarea principială, modul de obținere a tensiunii continue de ieșire. Rolul filtrului trece jos, intercalat între comparator și oscilatorul de linii.

14. Oscilatoare de baleiaj pe verticală realizate cu tranzistoare. Principiul de funcționare și modul de obținere a tensiunii liniar variabile. Modul de realizare a sincronizării etajelor oscilatoare de baleiaj vertical. Forme de undă.

15. Etaje finale de baleiaj pe verticală echipate cu tranzistoare. Rolul și descrierea funcționării lor. Forme de undă.

16. Reglajul de liniaritate în etajele finale de baleiaj vertical. Rolul reglajului de liniaritate și mod de realizare.

17. Reglajul dimensiunii verticale.

18. Deflexia fasciculelor de electroni la tubul cinescop color tip „delta". Convergența statică și dinamică. Puritatea culorilor.

19. Distorsiunile de rastru la tuburile cinescop color tip „delta". Principiul de corectare electronică a distorsiunilor de rastru. Corecția distorsiunii de rastru pe verticală (Est-Vest) și a distorsiunii de rastru pe orizontală (Nord — Sud).

20. Deflexia fasciculelor de electroni la tubul cinescop color tip „în linie". Convergența statică și dinamică. Puritatea culorilor.

21. Distorsiunile de rastru la tuburile cinescop color „în linie"

22. Modulatorul de diode utilizat pentru corecția distorsiunii de rastru pe verticală. Schema de principiu, funcționare, circulația curenților prin modulatorul cu diode.

23. Reglajul liniarității în etajele finale de baleiaj orizontal pentru TV color.

24. Obținerea tensiunii parabolice necesare comenzii modulatorului cu diode. Modul de realizare a reglajului dimensiunii pe orizontală. Modul de corectare a distorsiunilor de trapez.

25. Stabilizarea automată a dimensiunilor pe orizontală și pe verticală, cu variația curentului de fascicul la TV color.

26. Centrarea imaginii pe orizontală și pe verticală la TV color.

27. Obținerea foartei înalte tensiuni la TV color, a tensiunilor pentru focalizare și accelerare.

28. Triplorul, rol, construcție și funcționare.

29. Descrierea detaliată a funcționării unui decodor PAL-SECAM.

30. Circuitul integrat TCA 640 (MCA 640). Schema bloc, descrierea funcționării etajelor amplificatoare de semnal complex color PAL și SECAM. Extragerea semnalelor de identificare PAL și SECAM (identificarea pe cadre și pe linii).

31. Modul de realizare a identificării unei recepții PAL sau SECAM, comutarea automată de sistem.

32. Modul de obținere a tensiunii de blocare a culorii în cazul unei recepții alb-negru.

33. Rolul circuitului basculant bistabil în TCA 640 și sincronizarea lui în fază și frecvență.

34. Necesitatea existenței căii directe și întîrziate pentru semnalul complex de crominanță în decodorul PAL-SECAM. Linia de întîrziere de crominanță.

35. Circuitul integrat TCA 650 (MCH 650). Schema bloc, descrierea funcționării. Funcționarea matricei PAL.

36. Funcționarea comutatorului PAL și SECAM.

37. Funcționarea demodulatoarelor R-Y și B-Y din TCA 650, pe PAL și SECAM. Dezaccentuarea de videofrecvență în SECAM.

38. Circuitul integrat TBA 540. Schema bloc, descrierea funcționării. Rolul oscilatorului cu cuarț, sincronizarea în fază și frecvență. Realizarea defazajului subpurtătoarelor aplicate demodulatoarelor sincrone pe PAL.

39. Reglajul automat al amplificării pe PAL, funcționare.

40. Circuit integrat TCA 660 (MCA 660). Schema bloc, descrierea funcționării, reglajul saturației culorii.

41. Necesitatea axării semnalelor diferență de culoare, funcționarea circuitelor de axare pentru semnalele diferență de culoare.

42. Distribuția spectrală a semnalelor TV alb-negru și color. Modul de amplasare a subpurtătoarelor pentru diversele sisteme de TV color. Banda video ocupată de semnalul de luminanță și semnalele de crominanță.

43. Etaje de alimentare în comutație utilizate în receptoarele TV color. Rol, principiu de funcționare, avantaje. Descrierea funcționării explicată pe scheme practice. Protecția la suprasarcini.

Caracteristic pentru lucrările categoriei a 5-a sînt executarea depanării aparaturii audio-radio a receptoarelor TV, efectuarea reglajelor și verificărilor impuse de repunerea în stare de funcționare a aparatelor amintite. Muncitorul trebuie să execute depanarea și reglarea etajelor de baleiaj din televizor, utilizînd osciloscopul, voltmetrul electronic, generatorul de semnal, să poată efectua depanarea și reglarea etajelor de semnal de radiofrecvență, de frecvență intermediară, de audio și videofrecvență, utilizînd vobuloscopul generatorul de semnal și voltmetrul electronic.

După efectuarea reparațiilor, depanatorul trebuie să verifice parametrii electrici ai produsului, pentru asigurarea încadrării lor în limitele specificației tehnice și pentru asigurarea nivelului calitativ al produsului. În acest fel se pot depista și înlătura defecte greu sesizabile la o verificare organoleptică sumară.

Cunoștințe necesare pentru categoria a 6-a

Cunoștințele tehnice sînt aceleași cu cele ale tuturor categoriilor anterioare, specific fiind gradul ridicat de aprofundare a interpretării funcționării schemelor, a cunoașterii performanțelor individuale ale tuturor etajelor din radioreceptoare, receptoare TV, magnetofoane și casetofoane. În acest mod electronistul poate interveni asupra elementelor din schemele electrice în vederea corectării și îmbunătățirii performanțelor. Lucrările presupun reglaje de mare finețe în toate etajele aparatului.

Suplimentar, electronistul trebuie să cunoască procesul de fabricație, modul de organizare al unei linii de producție, să cunoască elemente ale tehnologiilor de montaj, organizarea unui loc de muncă și operațiunile de control, impuse de necesitatea asigurării nivelului calitativ al produselor.

Lucrările pe care trebuie să le efectueze sînt cele impuse de depanarea electrică a aparatelor electronice de înaltă tehnicitate, după operațiile de asamblare și încasetare.

Electronistul trebuie să poată efectua reglaje finale ale aparatelor electronice complexe și remedierea defectelor de execuție.

Alte lucrări specifice sînt cele de verificare și măsurare a parametrilor electrici ai produselor, utilizînd aparatură complexă de laborator, cum ar fi de exemplu sensibilitatea, selectivitatea, banda de trecere, distorsiunile, domeniul de sincronizare, eficiența reglajelor exterioare, dinamica reglajului automat al amplificării etc.

BIBLIOGRAFIE

1. BĂŞOIU M., GAVRILIU M., PFLANZER G. — Funcţionarea şi depanarea televizorului în culori — Ed. Tehnică, Bucureşti 1985.
2. BAHR M. — Alles über Video — A. Hüthig Verlag GMBH, Heidelberg 1988.
3. BODEA M., VĂTĂŞESCU A, ş.a. — Circuite integrate liniare — Manual de utilizare vol. II — Ed. Tehnică, Bucureşti 1980.
4. CIPERE L., TEODORESCU V., ş.a. — Lucrări practice de depanare a radioreceptoarelor — Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti 1985.
5. CITTA R., — Frequency and Phase Lach Loop — IEEE — Transaction Vol. CE — 23, Nr. 3/1977.
6. COCCETTI S. — New developments in integrated horizontal processors for TV — IEEE — Transaction vol. CE-24, m nr. 3/1978.
7. COSTINER E. — Circuite de radiofrecvenţă — Ed. Tehnică, Bucureşti 1968.
8. CSABAI D. — Kazettás magnok — Müszaki könyvkiadó, Budapest 1977.
9. DAMACHI E, SERBU C, ZACIU R. — Televiziune — Ed. Didactică şi pedagogică — Bucureşti 1983.
10. DANTE O. — Die Ansteuerung von Hochvoltzeilenendtransistoren-Halbleiter Applikationsbericht — Telefunken.
11. DARTEVELLE GH. — Les magnétoscopes à cassettes — Editions Radio, Paris 1979.
12. DABBERT G. — Thyristor — Schaltungskonzept für Fernsehempfänger mit Netztrennung.
13. DOROBANŢU R., NICOLAU F. — Consideraţii privind acordul circuitelor de deflexie orizontală şi de generare a înaltei tensiuni în receptoarele TV alb-negru şi color. Poştă şi telecomunicaţii — Nr. 2/1973.
14. ENESCU R, — Reglajul automat al frecvenţei cu discriminatorul de fază, Poştă şi telecomunicaţii 1971, nr. 11, pag. 585—593.
15. GASSMANN G. — Noi montaje de comparare a fazei şi frecvenţei 1961, Arhiv der Elektrischen Übertragung, vol. 15.
16. GATTR F., SOARDI I. — Line deflection circuit using the new BU 406/BU 407 SGS-ATES devices in TO-220 A plastic package — Technical Note — SGS — ATES.
17. GYURKOVICS A., KUN JOZSEF — A TV Vételtechnika Gyakorlata — Müszaki Könyvkiado, Budapest 1983.
18. HEINRICHS G. — Farbfernseh — service praktisch und rationell Franzis Verlag GMBH, München 1979.
19. HECKENAST G. — Înregistrarea magnetică a sunetului — Ed. Tehnică, Bucureşti 1958.
20. HETTERSCHERD D. — High voltage output transistors for horizontal deflection, Product information — Philips 1973.
21. HOLANDA L. — Thyristor horizontal deflection circuit with especially economical power supply for black and white TV receivers.
22. LIMAN O. — Fernsehtechnic ohne Ballast — Franzis Verlag München 1981.
23. LUMMER H. — Erfolgreicher Fernseh-service — Franzis Verlag München 1984.
24. LOZNEANU S. ş.a. — Casetofoane. Funcţionare şi depanare., Ed. Tehnică, Bucureşti 1983.
25. MITROFAN GH., PFLANZER G. — Iniţiere în televiziunea în culori Ed. Tehnică, Bucureşti 1983.
26. POPESCU M. — Magnetofonul, Ed. Tehnică, Bucureşti 1982.
27. RAYMOND G. — Tehnica televiziunii în culori. Ed. Tehnică, Bucureşti 1971.
28. REDDIHOUGH J.A. — Televiziunea în culori. Întrebări şi răspunsuri, Ed. Tehnică Bucureşti 1977.

29. SCHRÖDER F. — Fernsehtechnik — vol. III, Springer Verlag Berlin.
30. SILIȘTEANU M., ș.a. — Receptoare de televiziune în culori. Ed. Tehnică, București 1985.
31. SOTIRESCU N., ș.a. — Receptoare de televiziune — Ed. Tehnică, București 1967.
32. TEODORESCU V. — Blocul de unde ultrascurte, Ed. Tehnică, București 1968.
33. *** — Buletin tehnic nr. 4 — I. Electronica 1978.
34. *** — Bulgtin tehnic nr. 8 — I. Electronica 1980.
35. *** — Buletin tehnic nr. 9 — I. Electronica 1981.
36. *** — Buletin tehnic nr. 10 — I. Electronica 1982.
37. *** — Ciclu de lecții pentru pregătire în TV C — I. Electronica 1983.
38. *** — MBLE-20 AX pour television couleur 11.
39. *** — Radiotehnica R.P.U. 1984, 1985.
40. *** — A Radiotehnica évkönyve 1986.
41. *** — Service manual JVC model HR. 4100 E.
42. *** — Service manual NORDMENDE Spectra-video vision V 500.
43. *** — Service manual. NORDMENDE Spectre-video-vsion — VHS 9460 A.
44. *** — Radio. Fensechn, Electronic — RDG — 1985.
45. *** — Tehnium — 7/1982, 3/1984, 11/1985.
46. TOTH F. — Radio esteleviziö müszaki alapismeretek kezikönyve Müszaki könyrkiado, Budapest 1983.
47. *** — STAS 7711-72 — Radioreceptoare pentru unde modulate în amplitudine și frecvență.
48. *** — STAS 7939/1-80 — Radioreceptoare cu modulație de amplitudine sau de frecvență — Condiții generale de măsurare și metode de măsurare.
49. *** — STAS 7939/2-82 — Radioreceptoare cu modulație de amplitudine sau de frecvență. Metode de măsurare specifice părții de audiofrecvență a unui radioreceptor.
50. *** — STAS 7712-80 — Receptoare de televiziune alb-negru. Clasificare și parametrii principali.
51. *** — STAS 7943-72 — Receptoare de televiziune alb-negru. Metode de încercări electrice, optice și acustice.
52. *** Carte tehnică — Distorsiometru E-0706, IEMI — București.
53. *** Carte tehnică. — Generator de joasă frecvență E-0501, IEMI — București.
54. *** Carte Tehnică — Generator VERSATESTER. E-0502, IEMI — București.
55. *** Carte Tehnică — Generator de semnal E-0503, IEMI — București.
56. *** Carte Tehnică — Frecventmetru numeric E-0204, IEMI — București.
57. *** Carte Tehnică — Multimetru numeric E-0302 IEMI. București.
58. *** Carte Tehnică — Punte RLC, E-0704, IEMI — București
59. *** Carte tehnică — Generator de mirā TESLA tip BM 516.
60. *** Comprehensive remote control system, for TV — Tehnical information — 048 — Philips.
61. *** Databook — MOS and special COS/MOS — 1979 — SGS — ATES.
62. *** Daten für Entwicklungsmuster — SAA 1024 — ITT
63. *** Daten für Entwicklungsmuster — SAA 1130-ITT.
64. *** Integrierte Fernbedienschaltungen U806 D und. U807 D — Radio Fernsehen Elektronik 5/1986.
65. *** M 1024, M 1025/M 1130 — TV remote control system — SGS — ATES.
66. *** Multitext — Technical Information 72 — Philips.
37. *** Service Helfer 6 — für Farbfernsehgeräte mit „Tuning Remote Digital" — System — Körting.